

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra obrábění, montáže a strojírenské metrologie

**Tvorba databázy rezných nástrojov pre stroj DMG MORI NLX
2500MC/700 v CAM systéme Mastercam**

**Tvorba databáze řezných nástrojů pro stroj DMG MORI NLX
2500MC/700 v CAM systému Mastercam**

**Creation a Database of Cutting Tools for DMG MORI NLX
2500MC/700 Machine in CAM system Mastercam**

Student:

Peter Srníček

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Marek Sadílek, Ph.D.

Ostrava 2016

Zadání bakalářské práce

Student: **Peter Srníček**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2303R002 Strojírenská technologie
Téma: Tvorba databáze řezných nástrojů pro stroj DMG MORI NLX
2500MC/700 v CAM systému Mastercam
Creation a Database of Cutting Tools for DMG MORI NLX
2500MC/700 Machine in CAM System Mastercam
Jazyk vypracování: slovenština

Zásady pro vypracování:

1. Problematika správy řezných nástrojů v praxi.
2. Využití softwarové podpory pro správu nástrojů.
3. Tvorba databáze nástrojů v podmínkách katedry Obrábění, montáže a strojírenské metrologie.
4. Závěry pro realizaci v praxi.


Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] SADÍLEK, M.; SADÍLKOVÁ Z. *Počítačová podpora procesu obrábění*. VŠB – TU Ostrava, 2012, 149 s.
[2] SADÍLEK, M.; KOSAŘ F. *Řešené praktické příklady v CAM systému Mastercam*. VŠB – TU Ostrava, 2011, 169 s.
[3] SADÍLEK, M. *Počítačová podpora výroby*. VŠB – TU Ostrava, 2011, 80 s.
[4] SADÍLEK, M. *CAM systémy v obrábění I. - II. doplněné vydání*. VŠB – TU Ostrava, 2010, 138 s., ISBN 978-80-248-2278-4.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Marek Sadílek, Ph.D.**

Datum zadání: 11.12.2015
Datum odevzdání: 16.05.2016



doc. Ing. et Ing. Mgr. Jana Petrá, Ph.D.
vedoucí katedry





doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne 16. května 2016



.....
Podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou (bakalářskou) práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou (bakalářskou) práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová (bakalářská) práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou (bakalářskou) práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 16. května 2016



.....
Podpis studenta

Jméno a příjmení autora práce:

Peter Srníček

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Vychylovka 959

02305 Nová Bystrica

Slovensko

ANOTÁCIA BAKALÁRSKEJ PRÁCE

SRNÍČEK, P. *Tvorba databáze rezných nástrojů pro stroj DMG MORI NLX 2500MC/700 v CAM systému Mastercam*: Bakalářská práce. Ostrava: VŠB – Technická Univerzita, Fakulta strojní, Katedra obrábění a montáže, 2016, 48 s.

Vedoucí práce: doc. Ing. SADÍLEK MAREK PhD.

Bakalářska práce sa zaoberá vytváraním databázy dostupných rezných nástrojov katedre obrábania prostredníctvom CAM systému Mastercam. V úvodnej časti je práca zameraná na všeobecný popis spôsobov správy rezných nástrojov ako v súčasnosti tak i v minulosti. V ďalšej časti je principiálne rozobratá funkčnosť CA systémov podstatných pre túto problematiku. Po teoretickej stránke veci je uvedený praktický spôsob riešenia problému tzn. vytvorenie databázy rezných nástrojov, ktoré sú dostupné pre stroj DMG MORI NLX 2500MC/700. Uvedené spôsoby vytvorenia sú zamerané najmä na nástroje so špeciálnymi spôsobmi upínania ako je napr. Capto upínanie. V záverečnej časti práce sú vedené v tabuľkovej forme všetky nástroje obsiahnuté vo vytvorenej databáze.

ANOTATION OF BACHELOR THESIS

SRNÍČEK, P. *Creation a Database of Cutting Tools for DMG MORI NLX 2500MC/700 Machine in CAM system Mastercam*: Bachelor Thesis. Ostrava: VŠB – Technical University, Faculty of Mechanical engineering, Department of Machining and Assembly, 2016, 48 p.

Theasis head: doc. Ing. SADÍLEK MAREK, PhD.

Thesis deals with the creation of a database of available cutting tools through Mastercam CAM system . In the introductory part of the work is focused on general description of the ways to manage cutting tools as these days and as in the past as well . Below it is fundamentally dismantled functionality of CA systems relevant to this issue. After the theoretical side of things is given a practical way to solve the problem , it means - creating a database of cutting tools that are available for the machine DMG MORI NLX 2500MC / 700th. Such methods are particularly aimed creation tool with special clamping method such as for example - Capto clamping . In the final part of the work are all the tools contained in the database conducted in tabular form.

Obsah

Zoznam použitých skratiek.....	2
Úvod	3
1. Spáva rezných nástrojov v praxi.....	4
1.1 Inteligentná správa rezných nástrojov GTMS	4
1.2 Správa rezných nástrojov systémom Manage MyTools	7
2. Softwarová podpora	8
2.1 CIM systém	8
2.2 CAD/CAM systémy	9
2.2.1 CAD systémy a ich použiteľnosť v praxi.....	9
2.2.2 CAM systémy a ich využitie v praxi.....	10
2.2.3 Výhody a nevýhody CAM systémov.....	11
3. Postprocesor	12
3.1 Rozdelenie postprocesorov	12
4. Označovanie druhu a typu rezného nástroja	13
4.1 Označovanie sústružníckych nástrojov.....	13
4.1.1 Upínacie prvky Capto.....	14
4.2 Označovanie frézovacích nástrojov	16
5. Tvorba databázy rezných nástrojov	17
5.1 Vytvorenie knižnice nástrojov	17
5.2 Vytvorenie sústružníckeho nástroja	18
5.2.1 Vytvorenie klasického sústružníckeho nástroja.....	18
5.2.2 Vytvorenie nástroja so špecifickou geometriou	23
5.3 Vytvorenie vrtacieho nástroja so špecifickou geometriou.....	27
5.4 Vytvorenie frézovacieho nástroja	30
5.5 Grafická vizualizácia vytvorených nástrojov v Mastercame	35
5.6 Sumarizácia vytvorených nástrojov	36
Záver	39
Použitá literatúra	40
Zoznam príloh	42

Zoznam použitých skratiek

Označenie	Význam
CA	Počítačom podporované systémy
CAD	Počítačom podporovaný návrh
CAE	Počítačom podporované inžinierstvo
CAM	Počítačom podporovaná výroba
CIM	Výroba integrovaná počítačom
CNC	Počítačom číslicové riadenie
GTMS	Skrátený názov správy nástrojov firmy Gühring
NC	Číslicové riadenie
2D	Dvojmerný priestor
3D	Trojmerný priestor
*.emcx-8	Prípona pre vytvorený súbor v Mastercam

Úvod

V súčasnej situácii konkurencie firiem a veľkých fabrických spoločností je produktivita práce hnaná až na samotné maximum s požiadavkou na prísne normy. Manažment firiem, je preto nútený čo možno najdômyselnejšie využívať doposiaľ získané, vynájdené nové a efektívne spôsoby výroby. Vo výrobných spoločnostiach sa na efektívite výroby podieľajú riadiace systémy, ktoré umožňujú výrobcovi zrýchliť a spresniť výrobu, často veľmi zložitých komponentov.

K týmto systémom sa nepochybne zaraďujú popri CNC strojoch aj CAM systémy, ktoré majú pri sériovej a hromadnej výrobe nezastupiteľné miesto. Popri znižovaní nákladov a maximalizácii produkcie resp. zisku sa efektivita týchto systémov uplatňuje denne stále viac.

Zameranie tejto práce má preto z praktického hľadiska veľký význam a to nie len z pohľadu produktivity, ale aj z hľadiska zjednodušenia výrobných procesov. Keďže pri práci na CNC strojoch je požadované veľké množstvo rezných nástrojov predovšetkým pre rozmanitosť výroby, ktorou sa tieto stroje vyznačujú, má databáza rezných nástrojov v usporiadaných formátoch CAM systémov veľmi pozitívny ohlas. Je to najmä pre jej jednoduchosť a prehľadnosť, ktorá sa dnes veľmi vyžaduje. Platí to samozrejme aj pre konkrétny CNC stroj DMG MORI NLX2500MC/700, ku ktorému je zamerané vytvorenie databázy dostupných rezných nástrojov v tejto práci.

Hlavný cieľom tejto práce je vytvoriť a prehľadne spracovať už spomínanú databázu v CAM systéme Mastercam, ktorá má slúžiť k rýchlemu a z pohľadu rezných podmienok vhodnému výberu rezného nástroja, spomedzi dostupných nástrojov určených pre použitie na CNC stroj DMG MORI NLX 2500MC/700.

Ciele Bakalárskej práce:

- Spôsoby riešenia správy rezných nástrojov v praxi
- Softwary správy rezných nástrojov
- Základné princípy označovania rezného nástroja pre evidovanie do databázy
- Vytvorenie databázy rezných nástrojov pre stroj DMG MORI NLX 2500MC/700 v podmienkach katedry Obrábania, montáže a strojárskych metrológie
- Popísať tvorbu databázy rezných nástrojov

1. Spáva rezných nástrojov v praxi

Doba, v ktorej sa súčasný svet nachádza sa vyznačuje ako doba neustálych zmien. Tieto zmeny so sebou prinášajú mnohé výhody avšak z drvivkej väčšiny je potrebné prispôsobovanie sa týmto novým trendom. Výnimkou samozrejme nie je ani strojárské odvetvie, ktoré sa okrem iného radí medzi popredné sektory vývoja. Z tohto titulu sú firmy a výrobné závody nútené svoje už osvedčené spôsoby výroby prispôbovať novým efektívnejším a osvedčenejším trendom výroby.

I napriek nižšej rozmanitosti rezných nástrojov bolo už v minulosti ich spravovanie riešené principiálne podľa podmienok daného výrobného podniku. Spravovanie nástrojov pri ich veľkých množstvách sa riešilo aplikáciou tzv. výdajní nástrojov, ktoré sú koniec koncov zaužívané až dodnes. V prípade potreby určitého druhu nástroja pracovník požiada na výdajni nástrojov požadovaný druh rezného nástroja a ten neskôr aplikuje vo výrobe. Tento spôsob riadenia uskladňovania je zaužívaný najmä pri nekonvenčných strojoch.

V súčasnosti pri výrobe prostredníctvom výrobných CNC centier sa v mnohých prípadoch rezné nástroje uskladňujú priamo vo výrobnom CNC stroji, ktorý má vstavaný zásobník nástrojov vďaka, ktorému je schopný plne automaticky opracovávať požadovaný výrobok. Tieto zásobníky sú však kapacitne obmedzené podľa typu a veľkosti obrábacieho centra. Z tohto dôvodu sú zvyšné nástroje z väčšej časti uskladňované v príslušných sekciách, ktoré už nie sú súčasťou stroja.

1.1 Inteligentná správa rezných nástrojov GTMS

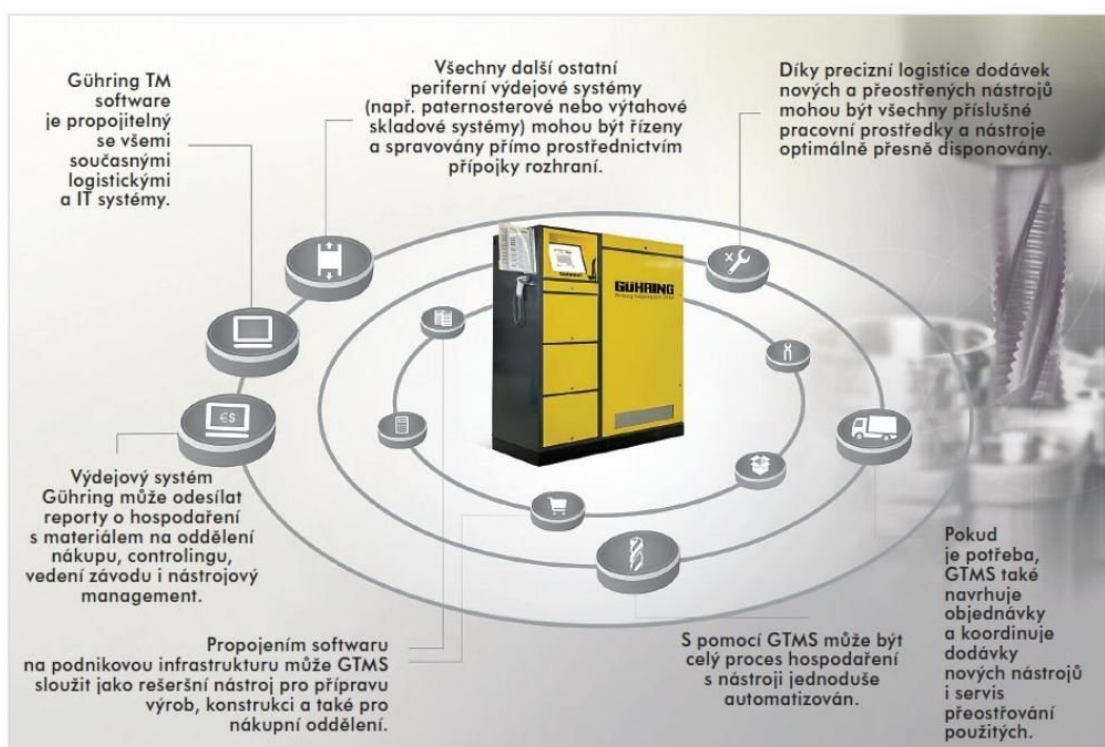
Keďže výrobná a distribučná sféra rezných nástrojov v dnešnej dobe nepostačuje súčasným trendom je potrebné túto problematiku chápať ako komplexnú záležitosť. [10]

Na tieto účely bol vyvinutý a zavedený komplexný systém paket služieb nazývaný Gühring Tool Management Service (GTMS). Princípom funkcie tejto inovatívnej technológie je využitie logiky správy nástrojov, ktorá zabraňuje prestojom z dôvodu chýbajúcich alebo chybné dodaných nástrojov a šetrí nadbytočné náklady na spravovanie pri spracovávaní objednávok a uskladňovaní nástrojov. [10]

Výdaj nástrojov riadený systémom GTMS má možnosť nonstop centrálnie spravovať nástroje. Kapacitné hľadisko je pri tomto systéme správy nástrojov riešené ako pre malé tak i pre veľké výrobné podniky. Riadenie GTMS je vykonávané prostredníctvom riadiacej jednotky, ktoré je ovládaná počítačom a čítačkou čiarových kódov. [10]

Prínos využívania výdajového systému: [10]

- Neomylná kontrola odberu a vrátenia nástrojov, zamedzenie straty nástroja
- Uprednostnený výdaj už ostrených nástrojov pred novými
- Permanentná kontrola stavu skladov (upozornenie doplnenie chýbajúcich nástrojov)
- Nonstop dostupnosť nástrojov
- Zníženie personálnych nákladov



Obr.1 Schéma Gühring Tool Management Service (GTMS) [15]

Vďaka svojej jednoduchosti a efektívnosti je možno prostredníctvom tohto systému značne optimalizovať výrobné procesy. Ako už bolo spomenuté komplexnosť správy rezných nástrojov sa odvíja od požiadavky podniku. Názorné prevedenie pre lepšiu predstavu je možno vidieť Obr.2 kde sú vyobrazené jednotlivé kategórie podľa kapacity a funkčného rozhrania.



Obr.2 Kategórie prevedení veľkostí výdajní nástrojov (GTMS)[10]

Výdajové systémy sú modulárne rozlišované s možnosťou voľby veľkosti jednotlivých zásuvkových modulov vrátane s ich vnútorným usporiadaním.



Obr.3 Výdajový systém s modulárnym rozlíšením [10]

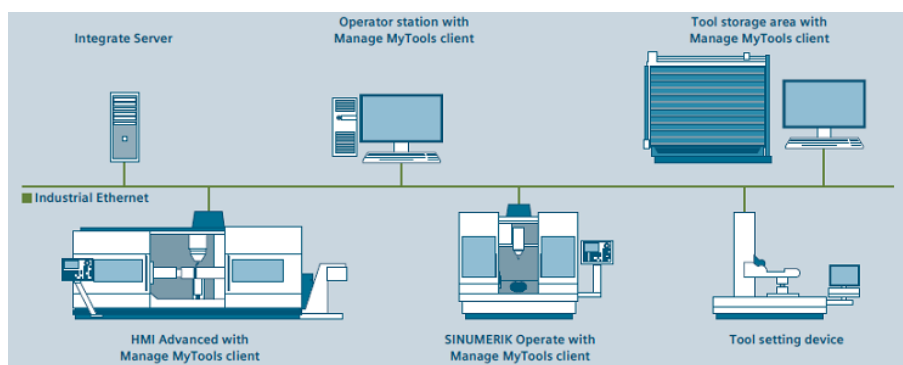
1.2 Správa rezných nástrojov systémom Manage MyTools

Ďalšou z možných variant správy rezných nástrojov vo výrobných podnikoch je použitie systému Manage MyTools od spoločnosti Siemens.

Ide o systém správy nástrojov vo výrobných prevádzkach s využitím systémovej podpory ako je Sinumerik Integrate. Systém Manage MyTools zaisťuje prehľadnú ucelenú databázu všetkých existujúcich nástrojov vrátane ich rozmerových a rezných parametrov. [11]

Jednou z ponúkaných možností tohto systému je monitorovanie životného cyklu každého nástroja. Ďalšou z možností využitia tohto systému je plánovanie použitia nástroja. Pomocou sieťových modulov je možné automatizovať meranie a kontrolu nástrojov. Sieťový modul registruje množstvo dôležitých dát prislúchajúcich danému nástroju ako je dĺžka, priemer, zaoblenie a pod.. Rozsiahlosť je evidentná aj v sekcii držiakov kde sú obsiahnuté rôzne typy. Rozlišovanie či sledovanie týchto držiakov sa vykonáva prostredníctvom čipov alebo čiarových kódov, ktoré sú samozrejme evidované v systéme. [11]

Jednou z veľkých výhod systému Manage MyTools je jeho funkčnosť resp. ide o systém, ktorý dokáže rozšíriť infraštruktúru výroby tak, aby správa rezných nástrojov bola zaistená pre kompletne výrobné zariadenie a súčasne bola pripojená k systému plánovania z dôvodu priameho prenosu dát plánovania do výroby. [11]



Obr.4 Schematické znázornenie funkcie systému Manage MyTools [12]

Uvedené spôsoby správy rezných nástrojov sú opísané pre lepšiu predstavu princípu a využiteľnosti v praxi. Isteže na trhu existuje mnoho ďalších systémov podobného typu spravovania nástrojov, avšak každý zo spôsobov vo svojej funkčnosti prináša vlastné inovácie z tejto problematiky.

2. Softwarová podpora

Obsah tejto kapitoly je zameraný na bližšie objasnenie výhod poprípadne nevýhod, ktoré so sebou prinášajú systémy CIM. Taktiež je primárnym cieľom stručná a výstižná charakteristika zložiek, ktoré sa do tohto systému zaraďujú samozrejmosťou je názornosť ich dôležitosti a využiteľnosti v praxi v súlade s tvorbou nástrojových databáz.

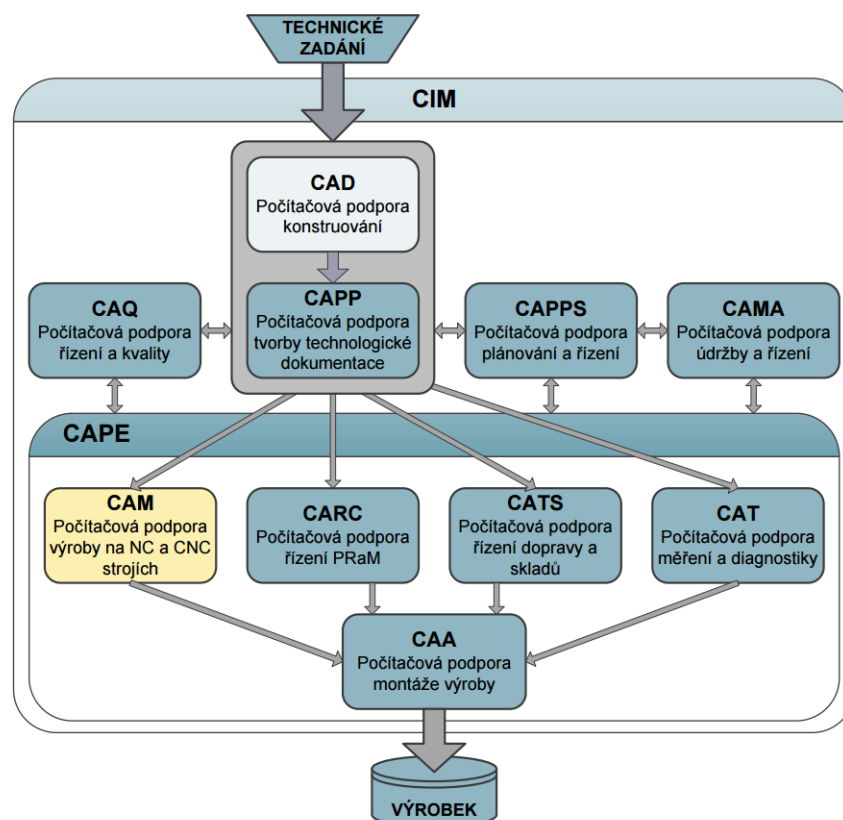
2.1 CIM systém

CIM (*Computer Integrated Manufacturing*) resp. výroba integrovaná počítačom je systém, v ktorom je zahrnuté riadenie výroby celého výrobného podniku. Vo všetkých fázach výroby využíva počítačovú podporu. Je to systém, ktorého funkciou je zaistiť všetky moduly počnúc systémom CAD cez CAM až po systém CAE a koordinovať sled informácií od myšlienky až po samotnú realizáciu. Ide o informačnú technológiu, ktorá zasahuje do všetkých výrobných a inžinierskych činností v praxi, od návrhu a výrobu súčiastky až po samotnú expedíciu. [14]

Cieľom systému CIM je: [1]

- Znižovanie materiálových a energetických náležitostí
- Navyšovanie produktivity a efektívnosti práce
- Skracovanie vývojovej a výrobnéj časovej jednotky
- Zvýšenie kvality výrobkov a samotnej výroby
- Zlepšenie hygieny pri práci

Komplexné využívanie systémov CAD/CAM/CAE vysoko efektívne spôsobuje znižovanie doby vývoja a výroby výrobkov ako aj ich dobu uvedenia na trh. Zaužívanie tejto zmysluplnej systémovej technológie v podnikoch, si pre svoju funkciu vyžaduje zriaďovanie pracovných infraštruktúr tvorených pracovnými tímami tvorenými pracovníkmi viacerých profesií (špičkový technici, výrobný a marketingový pracovníci). Aplikáciou tohto spôsobu práce je možné efektívne využívanie počítačovej techniky. Pracovné tímy sú navzájom prepojené s výrobnými a montážnymi prevádzkami, vďaka čomu je možné získať spätné informácie o možnosti realizácie ich myšlienok. [1]



Obr.5 Schéma usporiadania CA systémov v komplexe systému CIM [1]

2.2 CAD/CAM systémy

Strojárstvo je priemyselné odvetvie, ktoré má stále svoje nezastupiteľné miesto v ostatných priemyselných oblastiach. Neustále navyšovanie produkcie so sebou prináša s tým súvisiace inovovanie zastaranej technológie výroby, ktoré má mnohé výhody a to najmä ako je efektivita resp. veľkosť výrobných dávok v závislosti na čase. Moderné CNC obrábacie centrá disponujú širokou využiteľnosťou. Avšak nevýhodou je rozsiahle množstvo rezných nástrojov, ktoré je neoddeliteľnou súčasťou každého takéhoto obrábacieho centra.

Správa rezných nástrojov sa v jednotlivých podnikoch rieši individuálne. Veľmi preferované sú vytvárané databázy v CAD/CAM systémoch najmä pre jej jednoduchosť.

2.2.1 CAD systémy a ich použiteľnosť v praxi

Zaradenie a uplatnenie tento systém nachádza v konštrukčnej sekcii. Pomocou CAD systémov sa vykonávajú konštrukčné návrhy nových súčiastok. Celá geometria týchto súčiastok je interaktívne modelovaná vyobrazovaná v reálnej podobe resp. v podobe 3D. Informácie, ktoré obsahuje model vytvorenej súčiastky ako sú rozmery, materiál poprípade

tolerancie rozmerov a geometrie sú uložené v aplikačnej databáze, ktorá tvorí základ k ďalším krokom komplexného riešenia návrhu nového modelu. [1]

CAD z angličtiny *Computer Aided Design* = počítačom podporovaný návrh sa radí medzi základné systémy CIM (*Computer Integrated Manufacturing*). Princíp funkčnosti je založený na počítačovom matematickom popise objektu. Vyobrazenie tohto objektu sa v prostredí CAD vyhotovuje v 2D rovine modelovacím spôsobom, ktorého základným charakteristickým rysom je uzavretý geometrický útvar tvoriaci postupný profil modelu. Druhým a veľmi častým spôsobom vyobrazovania navrhovanej súčiastky je jej modelovanie v 3D prostredí, v ktorom má model identický tvar s konštruktérskym návrhom súčiastky. [1]

2.2.2 CAM systémy a ich využitie v praxi

CAM (*Computer Aided Manufacturing*) alebo počítačom podporovaná výroba je označenie systému, ktorý pripravuje dáta a programy pre ovládanie numericky riadených strojov pre automatickú riadenú výrobu súčiastky. Pre tvorbu NC programu využíva geometrické a iné informácie vytvorené pri návrhu súčiastky v CAD systéme. Produkty takéhoto charakteru dovoľujú stimulovať sled operácií pri výrobe súčiastky. Optimalizujú prácu rezných nástrojov pri rôznej technológii výroby ako napríklad pri sústružení, vŕtaní, frézovaní, obrábaní laserom, vodným lúčom atď.. [14]

Prostredníctvom CAM systémov sa v praxi rieši aj programovanie výrobných robotov, pri ktorých sa na rozdiel od NC strojov rieši transport spracovaného materiálu medzi výrobnými operáciami, zostavenie výrobku z jeho jednotlivých častí a tak podobne. [1]

Hlavné uplatnenie týchto výrobných systémov je pri výrobe zložitých tvarových súčiastok, keď by bolo veľmi komplikované ručné vytvorenie NC kódu ako je tomu napríklad v prípade výroby foriem a zápustiek pre rôzne odvetvia priemyslu. Jedná sa o výrobu komplexných obrobkov, strižných nástrojov, lopatiek turbín a pod. Avšak pre cenovú dostupnosť sa CAM systémy veľmi často využívajú aj pri obrábaní tvarovo nenáročných súčiastok z dôvodu navyšovania produktivity výroby. [1]

Podľa orientácie a využiteľnosti CAM systémov v strojárskych spoločnostiach sa ich rozdelenie u distribútorov delí do niekoľkých kritérií, ktoré si podľa potreby a zameranosti výroby určuje nakupujúca spoločnosť. [1]

Základné kritéria: [1]

- Veľkosť systému (rozsiahlosť doplnkov nadstavieb, obrábacích cyklov atď.)
- Kritérium ceny
- Kritérium použiteľnosti
- Kritérium použiteľnosti (počet licencií)
- Kritérium podpory zo strany distribútora (výrobca) daného softwaru
- Kritérium kompaktnosti s ostatnými systémami CA

2.2.3 Výhody a nevýhody CAM systémov

Výhody CAM systémov: [5]

- Rozsiahlosť a kompaktnosť jednotlivých modulov CAD, CAM a CAE následkom čoho je bezproblémový prenos údajov a geometrických dát medzi jednotlivými modulmi.
- Možnosť tvorby NC programov pre 2 až 5 osé obrábacie stroje, ale tiež aj pre rezačky drôtom, rezačky vodným lúčom, laserové či plazmové rezačky.
- CAM systémy obsahujú moduly pre simuláciu vďaka čomu je možné objaviť chyby v NC programe

Nevýhody CAM systémov: [5]

- Obmedzená tvorba modelov výrobkov
- Ekonomická náročnosť v prípadoch kvalitnejších systémov

3. Postprocessor

Pri použití rôzneho typu CAD/CAM systému v súčasnosti, sa výrazným spôsobom navýšila produktivita predvýrobných zložiek. Používaním CAD/CAM systémov bol umožnený kvalitatívny pokrok pri eliminácii rôznych technických problémov využitím objemových, povrchových modelárov a iných problémovo orientovaných subsystémov. Zjednodušili a skvalitnili sa riešenia určitých špeciálnych problémov pri výrobe a to najmä v oblasti výroby parných turbín, konštrukcií a výrobe turbínových lopatiek a pod.. [3]

Aby bolo možné súčiastky vymodelované a technologicky spracované v CAD/CAM systémoch vyrábať, je potrebné využiť špeciálne programové moduly postprocesory. V minulosti keď sa v praxi CAD/CAM systémy nepoužívali bol NC program tvorený ručne alebo pomocou NC programovacích systémov. Dnes je však táto problematika vďaka CAD/CAM systémom skvalitnená a zefektívnená. [3]

Pre kvalitný CAM respektíve nástroj určený na programovanie obrábacích strojov je potrebný taktiež aj kvalitný postprocessor. Je to nástroj, ktorý transformuje dátovú štruktúru do formy takého jazyka, ktorému rozumie stroj a tým vykonáva požadované pohyby. [2]

Väčšina z CAD/CAM systémov je vybavená viacerými postprocesormi pre rôzne NC stroje s konkrétnymi riadiacimi systémami. Keďže nie vždy je zaistená kompatibilita medzi strojom a riadiacim systémom CAD/CAM systémy bývajú vybavené generátormi postprocesorov vďaka, ktorým je umožnené vytváranie ďalších variant postprocesorov. [3]

3.1 Rozdelenie postprocesorov

Rozdelenie postprocesorov je možné charakterizovať do niekoľkých variant. [4]

- Rozdelenie podľa počtu os, ktorými sa generuje pohyb nástroja:
 - Jednoose
 - Dvojose
 - Trojose a ďalšie
- Rozdelenie podľa počtu riadiacich systémov, ku ktorým sa generuje NC program
- Rozdelenie podľa typu generovaných NC dát (diskrétna a "splínová" postprocesory)

4. Označovanie druhu a typu rezného nástroja

Nakoľko je v mojej práci prioritnou časťou spracovanie tvorby databázy rezných nástrojov je nevyhnutné byť oboznámený s ich systémom označovania. Označovanie rezných nástrojov je dané normou ISO, ktorá je určujúca pri označovaní u všetkých výrobcov rezných nástrojov.

4.1 Označovanie sústružníckych nástrojov

Pri označovaní sústružníckych nástrojov je veľmi dôležité si uvedomiť o aký druh a typ sústružníckeho nástroja sa jedná. Nakoľko je rôznorodosť nástrojov veľmi rozmanitá sú uvedené systémy označovania len určitých typov sústružníckych nástrojov.

[illegible]

Obr.6 Normatívy označovania nástrojov pre vonkajšie sústruženie [6]

4.1.1 Upínacie prvky Capto

Popri neustálemu vývoju technológií a optimalizácií výrobných časových jednotiek je nevyhnutné pre výrobné nástrojárske podniky neustále inovovanie a zefektívňovanie nástrojových prvkov. Nemalý podiel na tomto zefektívňovaní výroby má práve technológia upínania nazývaná Capto. Dôvodom opisu funkcie tohto systému je najmä fakt, že vo vytvorenej databáze vo veľkej časti figurujú nástroje obsahujúce tento typ upínačov.





















































































































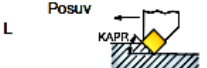


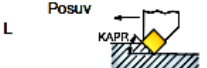









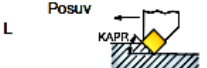

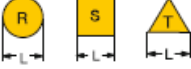


Podstatou je rýchlo vymeniteľná nástrojová koncepcia, v ktorej sú zahrnuté tri systémy v jednom a to: [7]

- Efektívne rýchlo vymeniteľné nástrojové držiaky skracujú čas výmeny a nastavenia rezných nástrojov čím je podstatne navýšená využiteľnosť stroja
- Aplikovaním systému Capto sa u viacúčelových strojov a obrábacích centier uspokojených k sústruženiu alebo poprípade k vertikálnemu sústruženiu navyšuje ich stabilita a univerzálnosť
- Vďaka modulárnosti konštrukcie dochádza k obmedzovaniu použitia drahých špeciálnych nástrojov, ktoré sú navyše z hľadiska dostupnosti a to najmä časovej veľmi náročné

Tento typ nástrojov je vďaka svojej flexibilitě, tuhosti a presnosti skladovo minimálne náročný, avšak je voľba aplikácie týchto typov upínačov v praxi najmä v menších podnikoch menej preferovaná. Dôvodom je ekonomická náročnosť týchto upínačov. [7]

Označovanie resp. evidencia Capto upínačov je v súlade s normou ISO 26623. Názorná ukážka značenia je uvedená na *Obr.7*, kde je možné rozlíšiť o aký typ evidovaného nástroja ide a následne je možné jeho rozpoznanie v procese výroby.

C3	-	D	C	L	N	R	22	040	-	09	-	
1		2	3	4	5	6	9	10		11		12

<div>1 Velikost spojky, mm</div> <div>C = Coromant Capto® DCON = Velikost spojky</div> <div>  <table> <tr><td>CZC_{MS}</td><td>DCON</td></tr> <tr><td>C3</td><td>32</td></tr> <tr><td>C4</td><td>40</td></tr> <tr><td>C5</td><td>50</td></tr> <tr><td>C6</td><td>63</td></tr> <tr><td>C8</td><td>80</td></tr> </table> <div>Coromant Capto®</div> </div>	CZC _{MS}	DCON	C3	32	C4	40	C5	50	C6	63	C8	80	<div>2 Upínací systém</div> <table> <tr> <td> <div>C</div>  <div>Upínání upínkou shora</div> </td><td> <div>D</div>  <div>Upínání shora a za otvor (RC)</div> </td><td> <div>M, W</div>  <div>Upínání shora a za otvor</div> </td><td> <div>P</div>  <div>Upínání za otvor</div> </td><td> <div>S</div>  <div>Upínání šroubem</div> </td></tr> </table>												<div>C</div>  <div>Upínání upínkou shora</div>	<div>D</div>  <div>Upínání shora a za otvor (RC)</div>	<div>M, W</div>  <div>Upínání shora a za otvor</div>	<div>P</div>  <div>Upínání za otvor</div>	<div>S</div>  <div>Upínání šroubem</div>												
CZC _{MS}	DCON																																								
C3	32																																								
C4	40																																								
C5	50																																								
C6	63																																								
C8	80																																								
<div>C</div>  <div>Upínání upínkou shora</div>	<div>D</div>  <div>Upínání shora a za otvor (RC)</div>	<div>M, W</div>  <div>Upínání shora a za otvor</div>	<div>P</div>  <div>Upínání za otvor</div>	<div>S</div>  <div>Upínání šroubem</div>																																					
<div>3 Tvar VBD</div> <table> <tr> <td> <div>C</div>  </td><td> <div>D</div>  </td></tr> <tr> <td> <div>K</div>  </td><td> <div>R</div>  </td></tr> <tr> <td> <div>S</div>  </td><td> <div>T</div>  </td></tr> <tr> <td> <div>V</div>  </td><td> <div>W</div>  </td></tr> </table>	<div>C</div> 	<div>D</div> 	<div>K</div> 	<div>R</div> 	<div>S</div> 	<div>T</div> 	<div>V</div> 	<div>W</div> 	<div>4 Typy nástrojových držáků podle úhlu nastavení (úhlu hlavního břitu)</div> <table> <tr> <td> <div>A</div> <div>90° (0°)</div>  </td><td> <div>B</div> <div>75° (15°)</div>  </td><td> <div>D</div> <div>45° (45°)</div>  </td><td> <div>E</div> <div>60° (30°)</div>  </td><td> <div>F</div> <div>91° (-1°)</div>  </td><td> <div>G</div> <div>91° (-1°)</div>  </td><td> <div>H</div> <div>107.5° (-17.5°)</div>  </td></tr> <tr> <td> <div>J</div> <div>93° (-3°)</div>  </td><td> <div>K</div> <div>75° (15°)</div>  </td><td> <div>L</div> <div>95° (-5°)</div>  </td><td> <div>M</div> <div>50° (40°)</div>  </td><td> <div>N</div> <div>62.5° (27.5°)</div>  </td><td> <div>Q</div> <div>107.5° (-17.5°)</div>  </td><td> <div>R</div> <div>75° (15°)</div>  </td></tr> <tr> <td> <div>S</div> <div>45° (45°)</div>  </td><td> <div>T</div> <div>60° (30°)</div>  </td><td> <div>U</div> <div>93° (-3°)</div>  </td><td> <div>V</div> <div>72.5° (17.5°)</div>  </td><td> <div>Y(X)</div> <div>85° (5°)</div>  </td><td> <div>Y(Z)</div> <div>85° (5°)</div>  </td><td> <div>P</div> <div>62.5° (27.5°)</div>  </td></tr> </table>												<div>A</div> <div>90° (0°)</div> 	<div>B</div> <div>75° (15°)</div> 	<div>D</div> <div>45° (45°)</div> 	<div>E</div> <div>60° (30°)</div> 	<div>F</div> <div>91° (-1°)</div> 	<div>G</div> <div>91° (-1°)</div> 	<div>H</div> <div>107.5° (-17.5°)</div> 	<div>J</div> <div>93° (-3°)</div> 	<div>K</div> <div>75° (15°)</div> 	<div>L</div> <div>95° (-5°)</div> 	<div>M</div> <div>50° (40°)</div> 	<div>N</div> <div>62.5° (27.5°)</div> 	<div>Q</div> <div>107.5° (-17.5°)</div> 	<div>R</div> <div>75° (15°)</div> 	<div>S</div> <div>45° (45°)</div> 	<div>T</div> <div>60° (30°)</div> 	<div>U</div> <div>93° (-3°)</div> 	<div>V</div> <div>72.5° (17.5°)</div> 	<div>Y(X)</div> <div>85° (5°)</div> 	<div>Y(Z)</div> <div>85° (5°)</div> 	<div>P</div> <div>62.5° (27.5°)</div> 
<div>C</div> 	<div>D</div> 																																								
<div>K</div> 	<div>R</div> 																																								
<div>S</div> 	<div>T</div> 																																								
<div>V</div> 	<div>W</div> 																																								
<div>A</div> <div>90° (0°)</div> 	<div>B</div> <div>75° (15°)</div> 	<div>D</div> <div>45° (45°)</div> 	<div>E</div> <div>60° (30°)</div> 	<div>F</div> <div>91° (-1°)</div> 	<div>G</div> <div>91° (-1°)</div> 	<div>H</div> <div>107.5° (-17.5°)</div> 																																			
<div>J</div> <div>93° (-3°)</div> 	<div>K</div> <div>75° (15°)</div> 	<div>L</div> <div>95° (-5°)</div> 	<div>M</div> <div>50° (40°)</div> 	<div>N</div> <div>62.5° (27.5°)</div> 	<div>Q</div> <div>107.5° (-17.5°)</div> 	<div>R</div> <div>75° (15°)</div> 																																			
<div>S</div> <div>45° (45°)</div> 	<div>T</div> <div>60° (30°)</div> 	<div>U</div> <div>93° (-3°)</div> 	<div>V</div> <div>72.5° (17.5°)</div> 	<div>Y(X)</div> <div>85° (5°)</div> 	<div>Y(Z)</div> <div>85° (5°)</div> 	<div>P</div> <div>62.5° (27.5°)</div> 																																			
<div>5 Úhel hřbetu břitové destičky</div> <table> <tr> <td> <div>B</div>  </td><td> <div>C</div>  </td></tr> <tr> <td> <div>D</div>  </td><td> <div>E</div>  </td></tr> <tr> <td> <div>N</div>  </td><td> <div>P</div>  </td></tr> <tr> <td colspan="2"> <div>O</div> <div>Zvláštní provedení</div> </td></tr> </table>	<div>B</div> 	<div>C</div> 	<div>D</div> 	<div>E</div> 	<div>N</div> 	<div>P</div> 	<div>O</div> <div>Zvláštní provedení</div>		<div>6 Provedení nástroje</div> <table> <tr> <td> <div>R</div>  </td></tr> <tr> <td> <div>L</div>  </td></tr> <tr> <td> <div>N</div>  </td></tr> </table>						<div>R</div> 	<div>L</div> 	<div>N</div> 	<div>9 Rozměr WF - Coromant Capto®</div> <div>  </div> <div>Rozměr WF v mm (2 číslice)</div>																							
<div>B</div> 	<div>C</div> 																																								
<div>D</div> 	<div>E</div> 																																								
<div>N</div> 	<div>P</div> 																																								
<div>O</div> <div>Zvláštní provedení</div>																																									
<div>R</div> 																																									
<div>L</div> 																																									
<div>N</div> 																																									
<div>11 Velikost VBD</div> <div>Metrické rozměry</div> <div>Délka ostří</div> <div>  </div> <div>Délka břitu se uvádí v mm.</div> <div>  </div> <div>Celé číslo (bez zaokrouhlení)</div>						<div>10 Délka nástroje Coromant Capto®, metrické rozměry</div> <div>  </div> <div>Rozměr LF v mm (3 číslice)</div>																																			
<div>12 Možnost označení ponechaná na výrobci</div> <div>V případě potřeby lze za ISO kód přidat maximálně 3 symboly, oddělené pomlčkou, například W - pro upínání klímem.</div>																																									

Obr.7 Systém označování pro sústružnické nástroje s upínáním Capto [8]

4.2 Označovanie frézovacích nástrojov

Stroj DMG MORI NLX 2500MC/700 sa radí medzi CNC obrábacie zariadenia jeho komplexnosť použitých výrobných nástrojov samozrejme zahŕňa aj frézovacie komponenty, ktoré tiež figurujú v databáze nástrojov. Rozmanitosť frézovacích nástrojov je podobne ako u sústruženia veľmi značná a ich rozlišovanie je tým náročnejšie. Frézovacie nástroje sa svojím označením odlišujú a to nielen z pohľadu použitia vo výrobe, ale tiež tvarom a druhom reznej časti nástroja. Uvedené značenie nižšie je situované na nástroje s vymeniteľnou reznou časťou.



R	A	390	-	063	Q	22	L	-	11	M	050
1	2	3		4	5	6	7		8	9	10

1 Provedení R = Pravotočivé	2 Systém A = inch	3 Hlavní kódové označení Např.: 390 = CoroMill® 390
4 Řezný průměr Např.: 063 = 63 mm	5 Způsob upínání <div> A = Válcová stopka, mm B = Weldon, mm C = Coromant Capto D = Válcová stopka, inch J = Upínací tm CIS M = Weldon, inch N = Whistle Notch, inch Q = Upínací tm, mm O = Válcová stopka, inch </div> <div> R = Upínací tm, inch T = Závitová spojka W = Whistle Notch, mm HA= HSK tvar A </div>	
6 Velikost spojky 22 = 22 mm		
7 Prodloužené provedení L = Prodloužené provedení	9 Rozteč L = Velká rozteč zubů M = Malá rozteč H = Zvláště malá rozteč	10 Délka, LF Např.: 050 = 50 mm
8 Velikost VBD 11 = 11 mm (LE)		

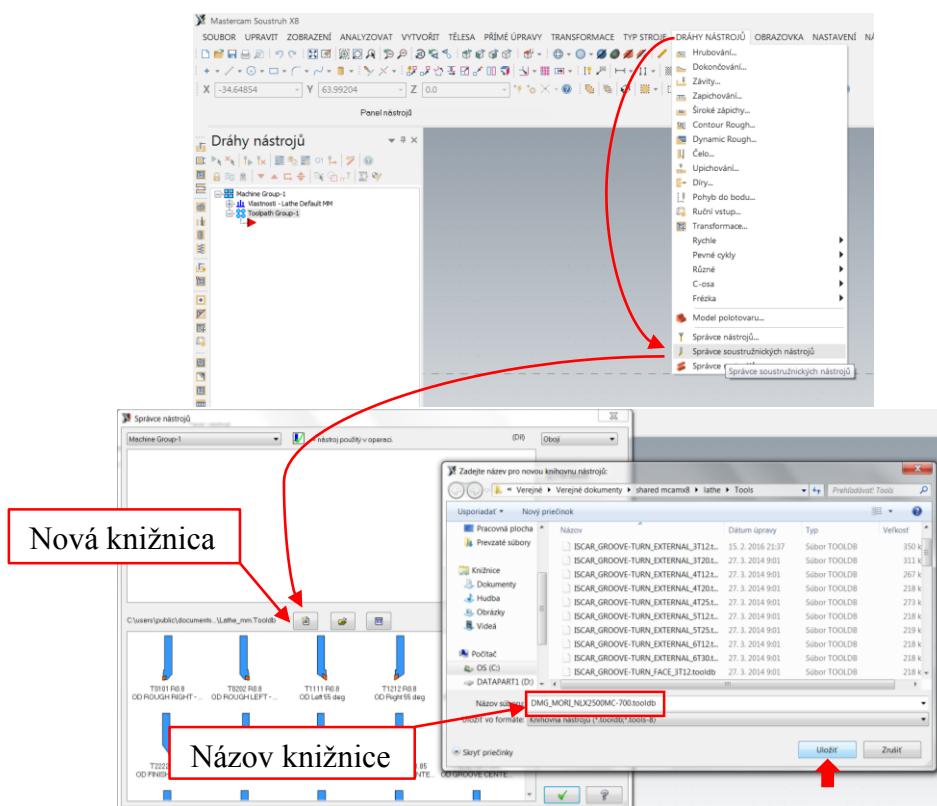
Obr.8 Systém značení vymenitelné frézovací hlavy [9]

5. Tvorba databázy rezných nástrojov

Zameranie tejto kapitoly sa orientuje na samotnú tvorbu a nastavovanie vlastností pre spracovávané nástroje, ktoré sú dostupné katedre obrábania, montáže a strojárскеj metrologie určené pre stroj DMG MORI NLX 2500MC/700. Tvorba databázy resp. knižnice rezných nástrojov je riešená pre CAM systém Mastercam X8. Informácie prislúchajúce pre jednotlivé nástroje som čerpal z katalógových listov jednotlivých výrobcov nástrojov spracovávaných v tejto práci. Značenia a ďalšie potrebné informácie som tvoril podľa zaužívaných značení jednotlivých výrobcov ako je Sandvik Coromant, SECO Tools, Iscar, Pramet tools a ďalší.

5.1 Vytvorenie knižnice nástrojov

Základnou a pre nasledujúce kroky najpodstatnejšou časťou je vytvorenie samotného úložiska, do ktorého budú vytvárané nástroje vkladané. Názov úložiska som zvolil *DMG_MORI_NLX2500MC-700* dôvodom tohto typu zápisu bolo obmedzenie tvorby názvov, ktoré nedovoľuje v názve použitie medzier, lomových čiar a ďalších takýchto podobných znakov. Detailný postup je možno vidieť na nasledujúcom obrázku.



Obr.9 Vytvorenie novej knižnice nástrojov

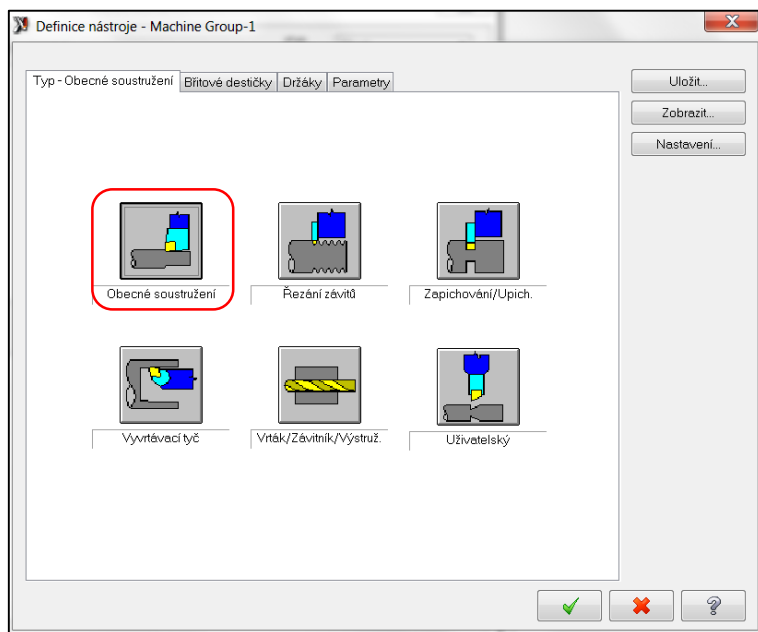
5.2 Vytvorenie sústružníckeho nástroja

Jedným zo základných aspektov pri vytváraní sústružníckych nástrojov je dodržanie základných rozmerov nožov a rozlíšenie typu noža, keďže Mastercam odlišuje typy sústružníckych nožov. Ďalším dôležitým ukazovateľom je spôsob upínania nástrojov, nakoľko software Mastercam má pre vytvorenie nástrojov obmedzenia. Obmedzenia spočívajú v tom, že možnosti vytvorenia netypického nástroja nie sú obsiahnuté v základných rozhraniach Mastercamu. Takéto druhy nástrojov je potrebné nadefinovať vlastným náčrtom obrysu nástroja.

5.2.1 Vytvorenie klasického sústružníckeho nástroja

Software Mastercam vo svojej palete nástrojov ponúka okrem iného tiež možnosť nadefinovať vlastný rezný nástroj podľa požadovaných parametrov. Možnosť definície je od typu sústružníckeho nástroja až po konečné parametre ako sú rezné podmienky špecifické číselné označenie daného nástroja atď..

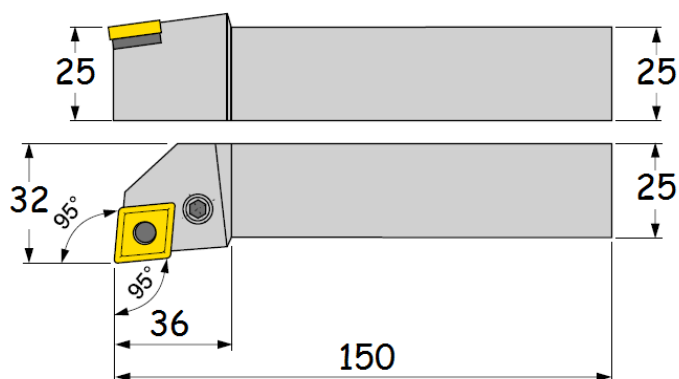
Prvý krok, ktorý pri vytvorení takéhoto nástroja je otvoriť prostredie nami vytvorenej knižnice nástrojov. Po kliknutí na pravé tlačidlo myši na vyobrazené okno prostredia knižnice nástrojov sa otvorí odkazová ponuka. Po zakliknutí tlačidla *Vytvoriť nový nástroj* sa otvorí okno pre tvorbu nástrojov.



Obr.10 Okno pre voľbu typu sústružníckeho nástroja (obecné soustružení)

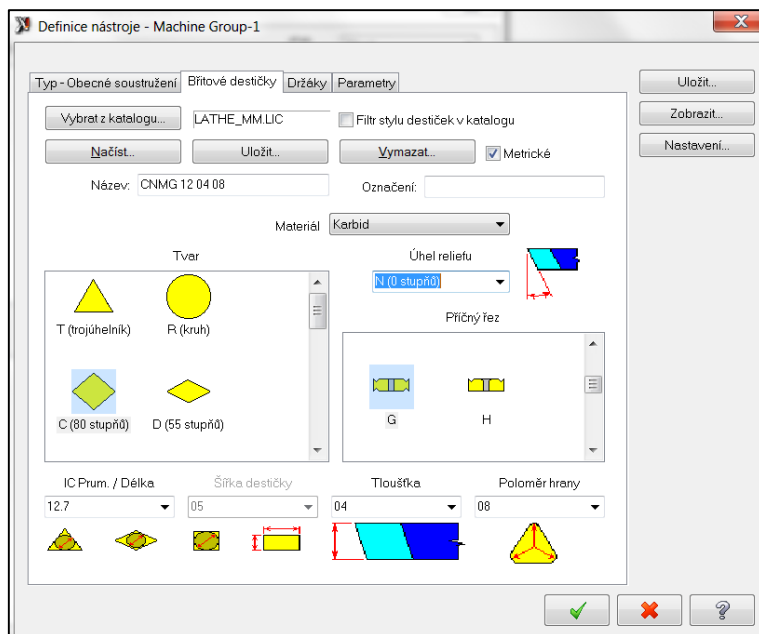
Pri vytváraní sa klasických sústružníckych nástrojov sa pri voľbe typu nástroja budú voliť možnosti, ktoré je možno vidieť na obrázku vyššie a to *Obecné soustružení*, *Řezání závitů*, *Zapichování/Upich.* alebo *Vyvrtávací tyč*.

Vyobrazené vytvorenie rezného nástroja je zamerané na vytvorenie nástroja od spoločnosti *Pramet tools* a konkrétny typ nástroja je *PCLNR 2525 M 12*.



Obr.11 Rozmerové a tvarové vyobrazenie nástroja PCLNR 2525 M 12 [6]

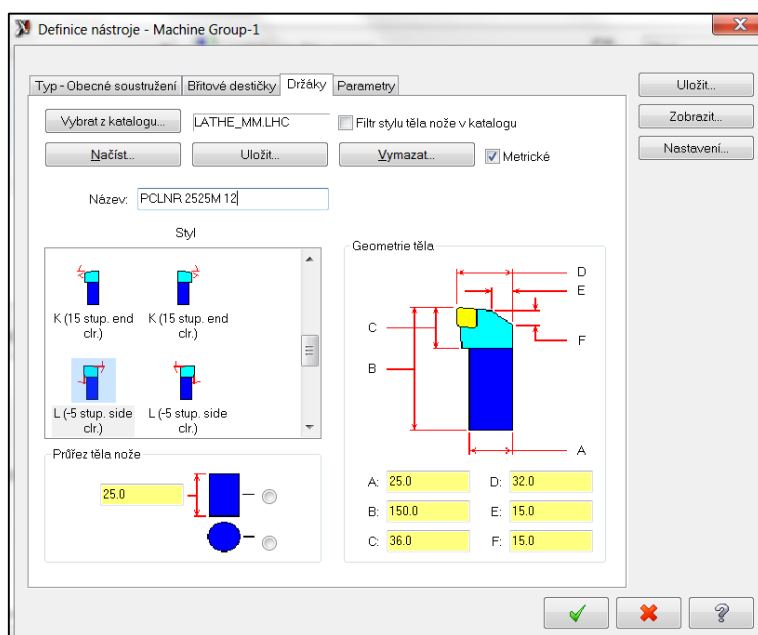
Vytváraný nástroj sa radí k nástrojom pre všeobecné sústruženie. Po zvolení možnosti *Obecné soustružení* sa otvorí okno pre voľbu typu rezných platničiek kde je potrebné doplniť požadované hodnoty rozmerov a tvaru. Podrobné rozmery, druh, tvar a ďalšie potrebné údaje udáva výrobca reznej platničky.



Obr.12 Vyobrazenie okna pre definovanie reznej platničky

Pri definovaní reznej platničky je možnosť vybrať z viacero už preddefinovaných typov platničiek, taktiež je v ponuke voľba materiálu reznej platničky, ktorý je potrebné určiť. Potrebné je to najmä z dôvodu použitia rezného nástroja pri tvorbe NC programu kde software Mastercam práve zo zvoleného materiálu dokáže generovať potrebné veľkosti posuvu pre danú operáciu.

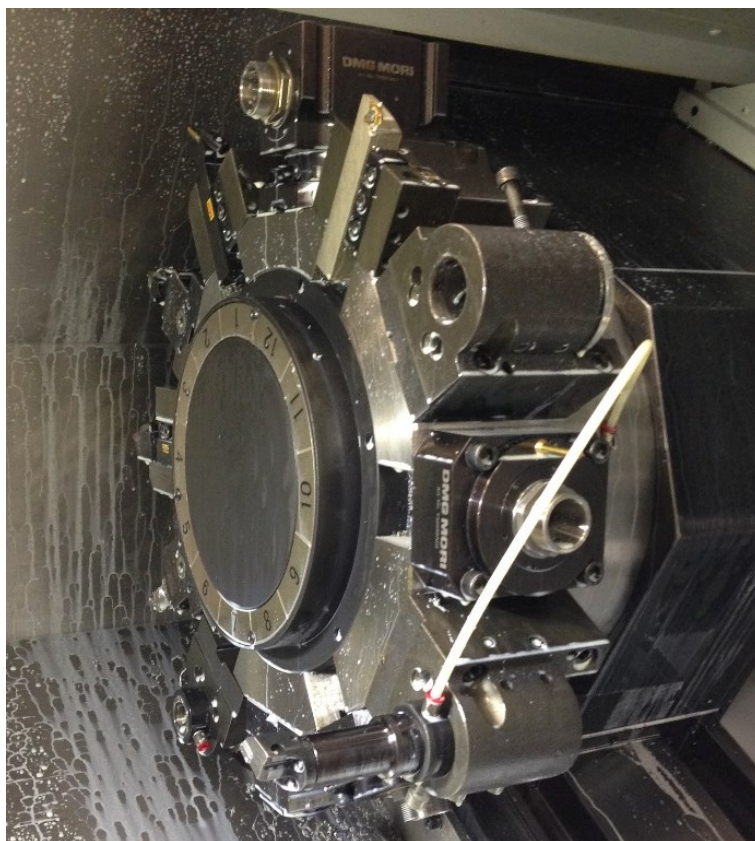
Po nadefinovaní všetkých požadovaných parametrov určujúcich reznú platničku je ďalším krokom definovanie tvaru a rozmerov držiaku noža. Tvar a rozmery podobne ako u rezných platničiek sú dostupné v katalógových listoch výrobcu nástroja.



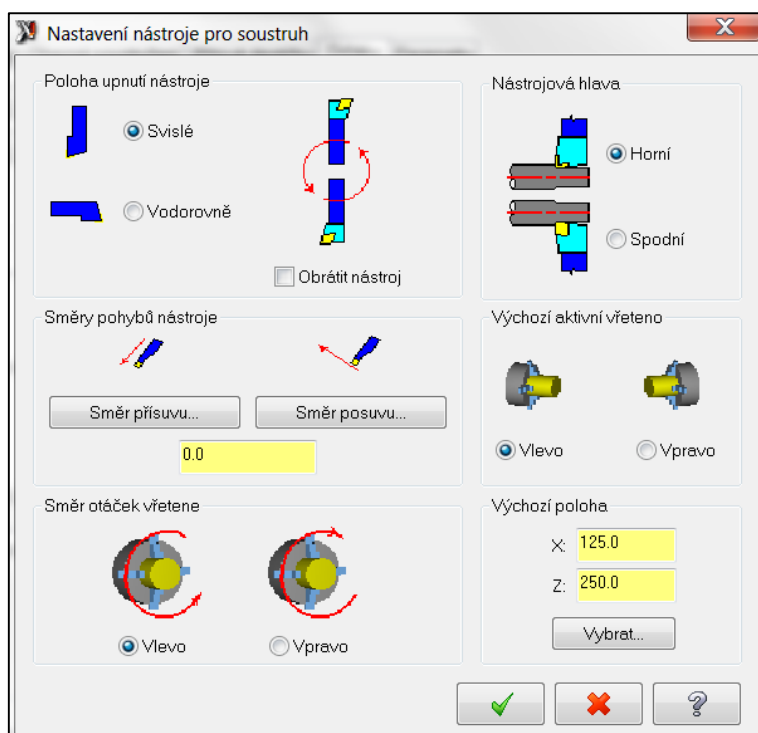
Obr.13 Definovanie tvaru držiaka sústružníckeho noža

Pre správne definovanie držiaka je veľmi dôležité si uvedomiť akým spôsobom je držiak uchytený v nástrojovej hlave, pretože od tohto princípu sa odvíjajú všetky aplikované výrobné procesy zahrnuté pri programovaní výroby daného komponentu.

Po kliknutí na záložku *Nastavení* sa vyobrazí okno, v ktorom je možné parametre ako je upnutie nástroja, zmysel otáčania vretena, smer posuvu a iné potrebné aspekty zvoliť podľa princípu fungovania stroja. Pre DMG MORI NLX2500MC/700 je spôsob upínania v nástrojovej hlave *Horní*, zmysel otáčania vretena je ľavotočivý a umiestnenie vretena je *Vlevo*. Ako je možno vidieť na Obr.15 sú potrebné tiež ďalšie určujúce parametre ako je poloha umiestnenia nástroja voľba tohto parametra sa odvíja od samotného typu nástroja z hľadiska na jeho použitie (vodorovná poloha je určená pre nástroje na opracovávanie otvorov).

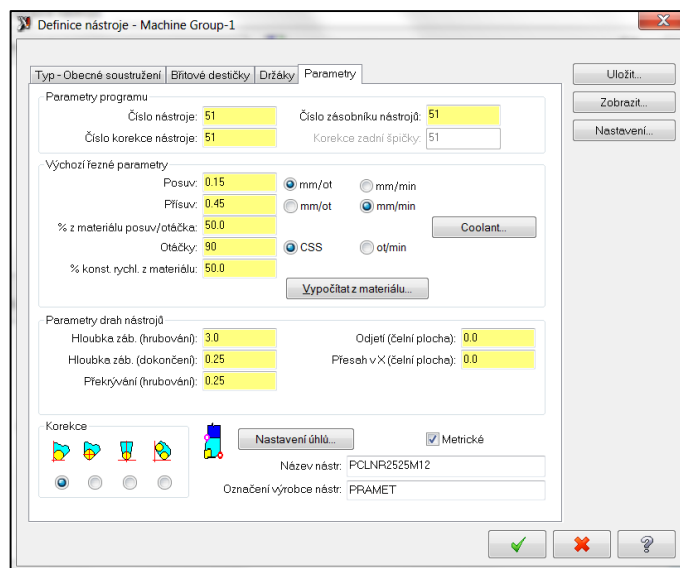


Obr.14 Univerzálna nástrojová hlava DMG MORI NLX 2500MC/700



Obr.15 Nástrojové okno nastavenia upnutia nástroja

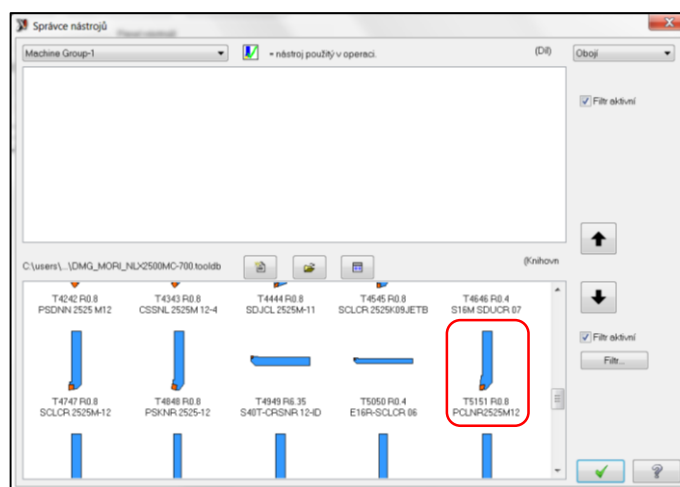
Posledným krokom je nadefinovanie určujúcich parametrov ako je číselné označenie nástroja, korekcia nástroja, označenie nástroja podľa výrobcu. Pri definovaní parametrov rezných podmienok je potrebné si uvedomiť, že nástroj nemá pevne stanovené rezné podmienky, nakoľko sa jedná o nástroj s vymeniteľnými reznými platničkami. Keďže rezné platničky sú dodávané podľa špecifického typu určenia je presne zadefinovanie rezných podmienok dosť nejasné, preto je tento parameter udávaný len orientačne.



Obr.16 Nástrojové okno pre definíciu parametrov nástroja

Typy rezných platničiek sú rozdelené do niekoľkých skupín, a preto z ohľadom na typ reznej platničky sa ďalej odvíjajú aj rezné podmienky definovaného rezného nástroja.

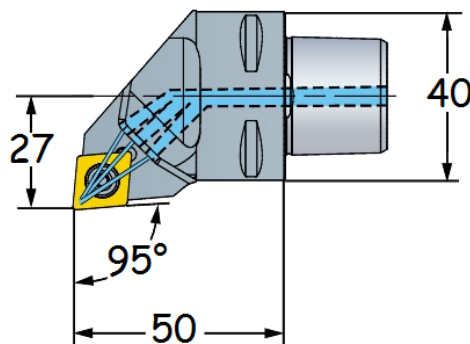
Po dokončení všetkých predchádzajúcich krokov je nástroj uložený do vytvorenej knižnice. V prípade potreby zmien parametrov je možné nástroj editovať a následne obnoviť uloženie s pozmenenými parametrami.



Obr.17 Vyobrazenie vytvoreného nástroja v knižnici nástrojov

5.2.2 Vytvorenie nástroja so špecifickou geometriou

Keďže rozhranie Mastercamu je z pohľadu typu vytvorenia rezného nástroja obmedzené, je pri tvorbe nástrojov so špeciálnymi držiakmi potrebné vytvoriť vlastnú geometriu nástroja. Rozmerové parametre je podobne ako u bežných sústružníckych nástrojov potrebné získať z katalógových listov výrobcu nástroja.

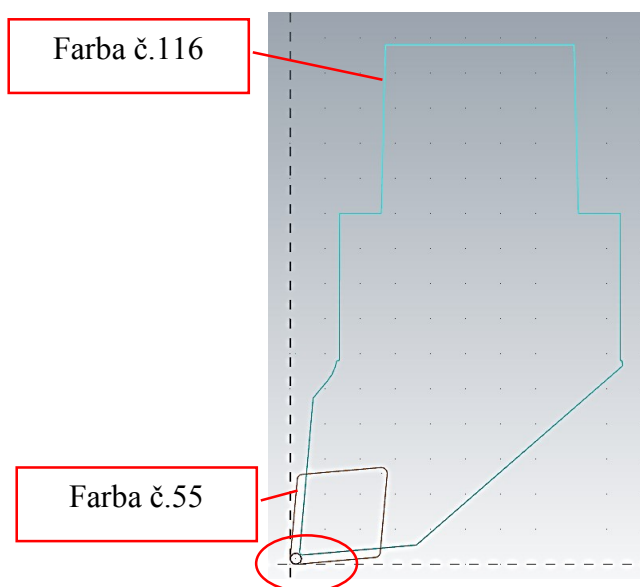


Obr.18 Vyobrazenie nástroja C4-SCLCR-27050-12HPA [8]

Popri vytvorení reznej geometrie nástroja je primárne vytvorenie dvoch odlišných obrysových geometrií. Jedna geometria je evidovaná ako geometria držiaku a druhej geometrii je priradená rezná platnička. Pred vytvorením nástroja je dôležité tieto geometrie farebné rozlíšiť a zosúladiť do jednej nákresovej hladiny.

Farebné rozhranie je odporúčané a to: [13]

- Rezná časť – farba č. 55
- Držiak – farba č. 116

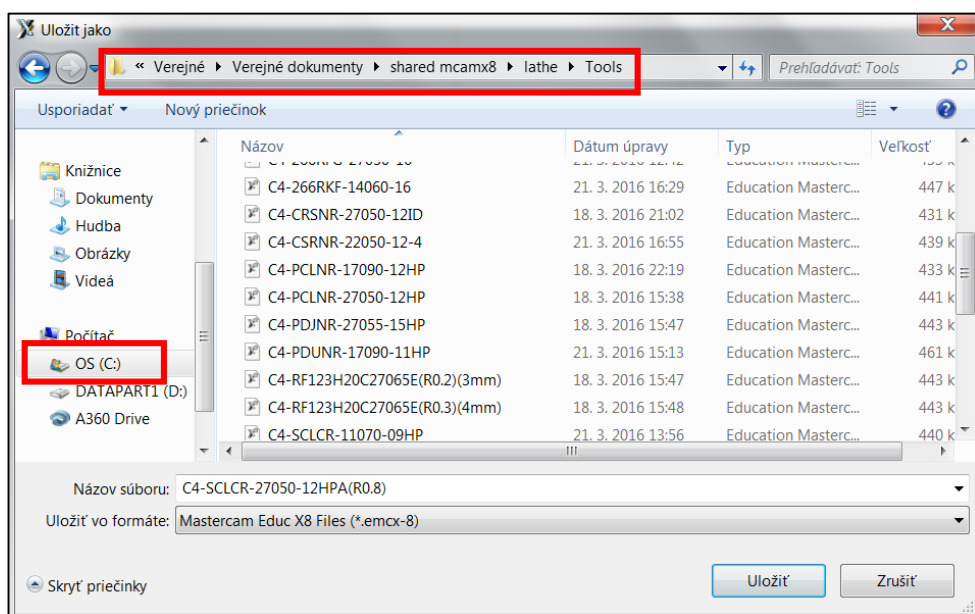


Obr.19 Farebné rozlíšenie a umiestnenie vytvorenej geometrie

Pred uložením nástroja do zložky nástrojov je nevyhnutné umiestniť geometriu nástroja do počiatku súradnicového systému. Dôvod tohto kroku je neskoršie nastavenie korekcie nástroja.

Po splnení predošlých krokov je nástroj uložený do zložky, v ktorej je evidovaná vytvorená knižnica nástrojov *DMG_MORI_NLX2500MC-700*. Formát uloženia geometrie je potrebné uložiť vo formáte *Mastercam Educ X8 Files (*.emcx-8)*.

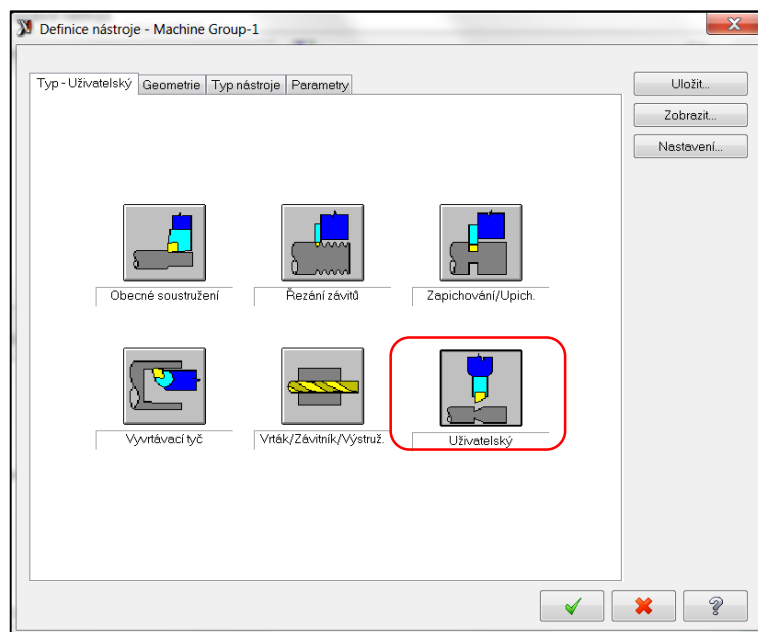
Po kliknutí na záložku *Uložiť ako* sa zobrazí ukladacie okno, cez ktoré sa nastaví miesto uloženia súboru. Cesta do cieľovej zložky uloženia je zobrazená na obrázku nižšie. V prípade, že umiestnenie vytvorenej knižnice nástrojov nekorešponduje s úložiskom, ktoré je uvedené na obrázku nižšie je potrebné vytvorenú geometriu umiestniť do zložky, v ktorej sa vytvorená knižnica nachádza.



Obr.20 Ukladacie okno so zobrazenou cestou úložiska

Po uložení geometrie nástroja do úložiska je možné vytvoriť nový nástroj podľa použitej geometrie a zaevidovať ho do vytvorenej knižnice.

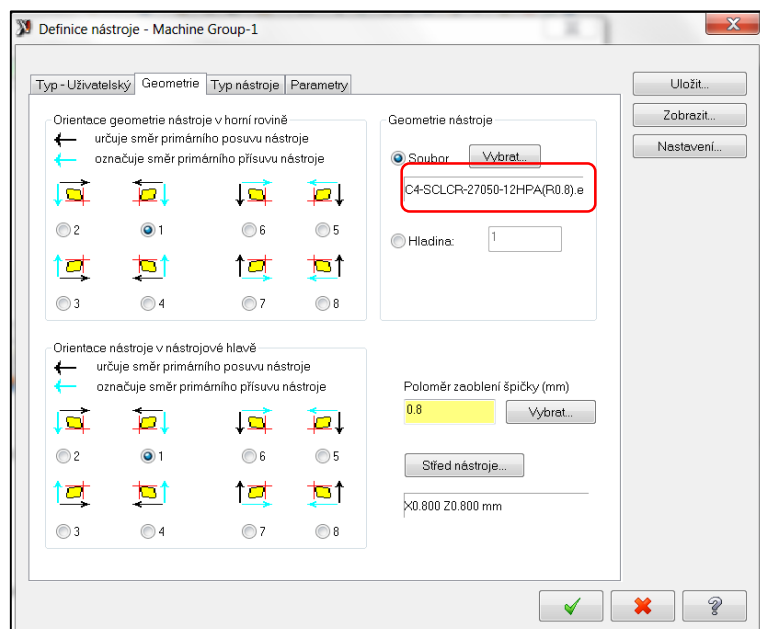
Postup vytvorenia takéhoto typu nástroja je podobný ako u nástrojov bežných avšak s tým rozdielom, že pri voľbe typu nástroja je potrebné zvoliť nástroj *Užívateľský*.



Obr.21 Okno pre voľbu sústružníckeho nástroja (Uživatelský)

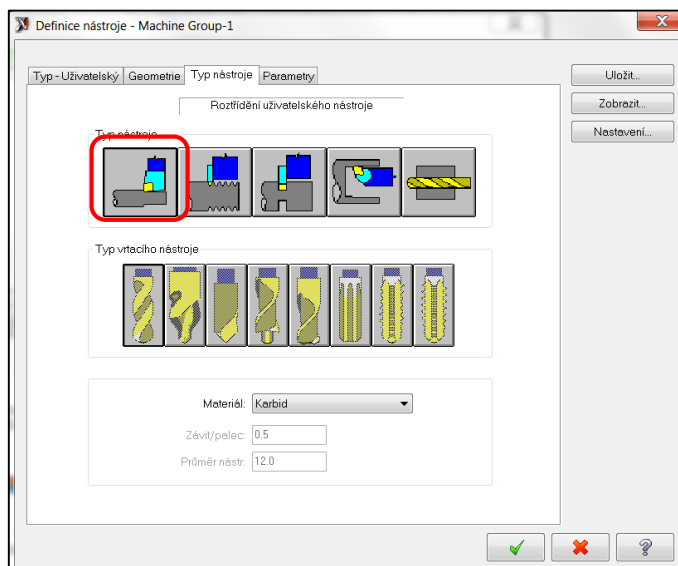
V záložke *geometrie* je potrebné vybrať vytvorenú geometriu a nastaviť všetky požadované vlastnosti nástroja ako je:

- Orientácia geometrie
- Polomer zaoblenia špičky reznej platničky
- Stred nástroja



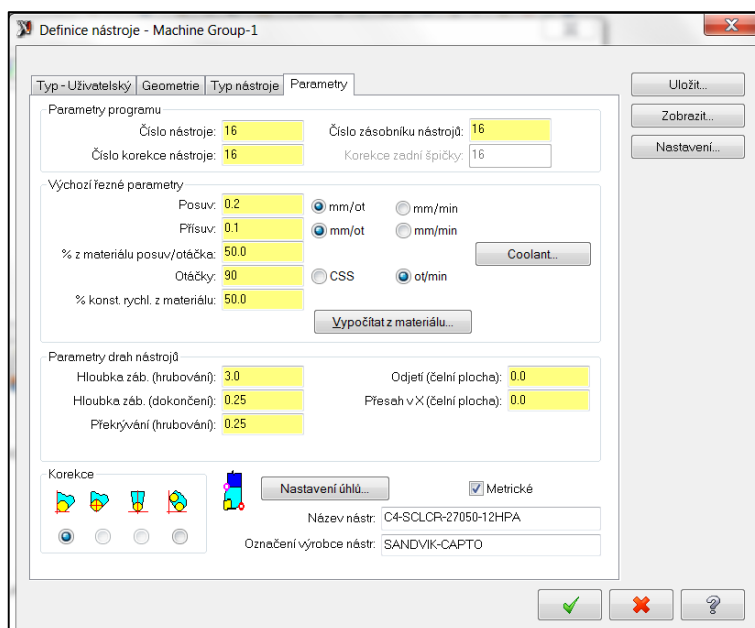
Obr.22 Okno definície geometrie nástroja

Po nadefinovaní všetkých požadovaných parametrov geometrie nástroja je ďalší krok určenie typu nástroja. V prípade definovaného nástroja ide o nástroj určený na všeobecné sústruženie. Pri nastavení upnutia nástroja, smeru posuvu a zmyslu otáčania vretena sú zachované rovnaké nastavenia ako v prípade bežného sústružníckeho noža.



Obr.23 Okno volby typu rezného nástroja

Poslednou časťou je uvedenie procesných parametrov, podobne ako to bolo pri nástroji s kvadratickým držiakom. Takisto aj v tomto prípade je potrebné uviesť základné informácie pre špecifikáciu nástroja od číselného označenia až po označenie rezného nástroja. Po uložení bude nástroj zaevidovaný vytvorenej do knižnice nástrojov.

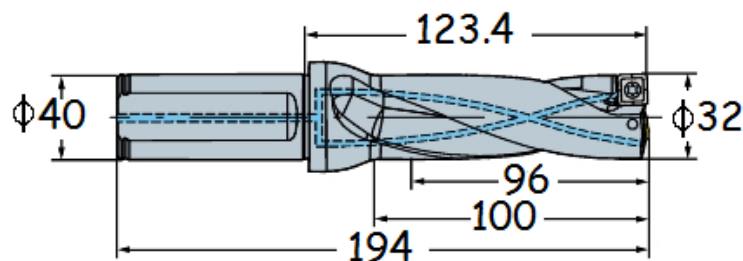


Obr.24 Nástrojové okno pre definíciu parametrov nástroja

5.3 Vytvorenie vŕtacieho nástroja so špecifickou geometriou

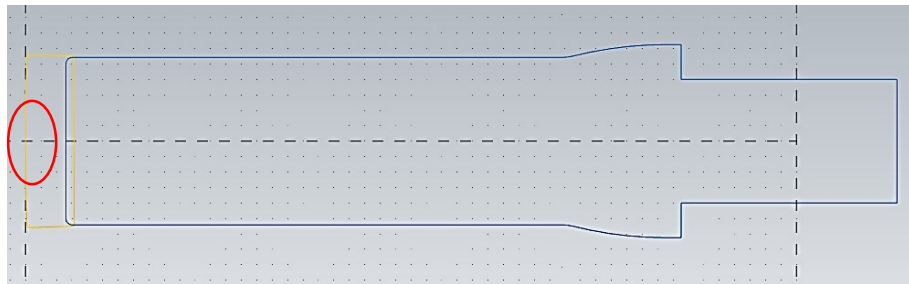
K nástrojom určeným pre stroj *DMG MORI NLX2500MC/700* patria okrem sústružníckych nástrojov aj nástroje vŕtacie. Medzi tieto nástroje sa radia monolitné vŕtáky a vŕtáky s vymeniteľnými reznými časťami. Možnosti a rozhranie vytvorenia a monolitného vŕtacieho nástroja sú obdobné ako to je v prípade vytvorenia bežného sústružníckeho noža.

Postup zaevidovania vŕtacieho nástroja s vymeniteľnými reznými časťami je podobný ako u sústružníckych nožov so špecifickou geometriou.



Obr.25 Vytváraný nástroj 880-D3200L40-03 [8]

Prvým krokom je vykreslenie základnej geometrie nástroja s oddelenou geometriou reznej časti a obrysovej geometrie držiaka. Farebná rozlíšenie je totožné ako to bolo v prípade sústružníckych nástrojov a obdobne je to aj v prípade nákresovej hladiny.



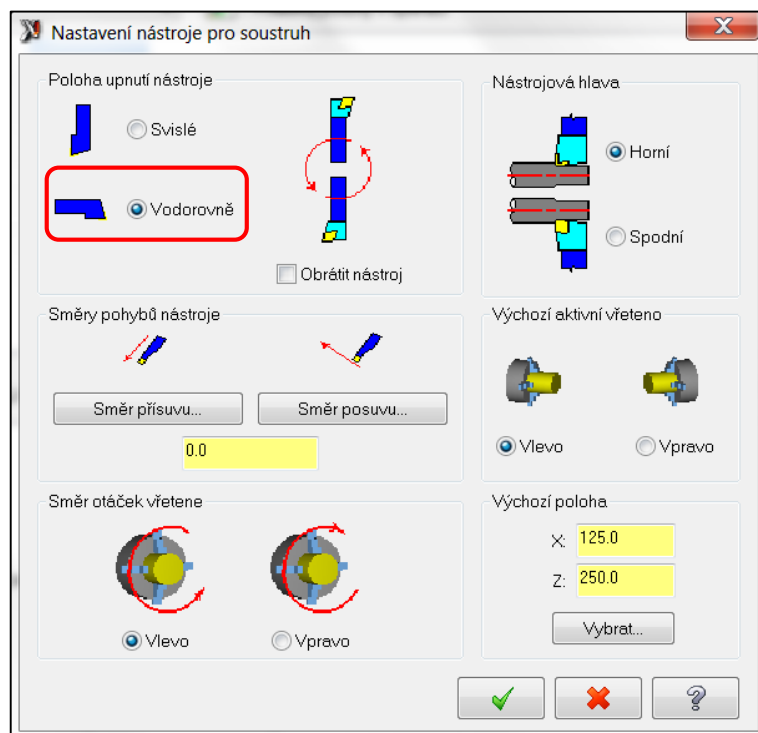
Obr.26 Vytvorená geometria vŕtacieho nástroja

Umiestnenie vŕtáku sa je trochu odlišné oproti sústružníckym nástrojom. Nakoľko sa jedná o nástroj s osou rotácie je potrebné umiestniť nástroj tak aby os prechádzala počiatkom súradnicového systému vo vodorovnom smere. Podobne ako je to na Obr.26.

Uloženie takéhoto súboru je totožné ako to bolo v prípade súboru so špecifickou geometriou sústružníckeho nástroja tzn. úložisko je zložka, v ktorej je evidovaná vytvorená knižnica nástrojov. Umiestnenie tejto zložky je uvedené na Obr.20.

Po uložení geometrie nástroja je postup vytvorenia nástroja v Mastercame podobný ako to bolo pri sústružníckych nožoch. Prvým krokom je zvolenie typu rezného nástroja v tomto prípade sa jedná o *Typ Uživatelský* rovnako ako na *Obr.21*.

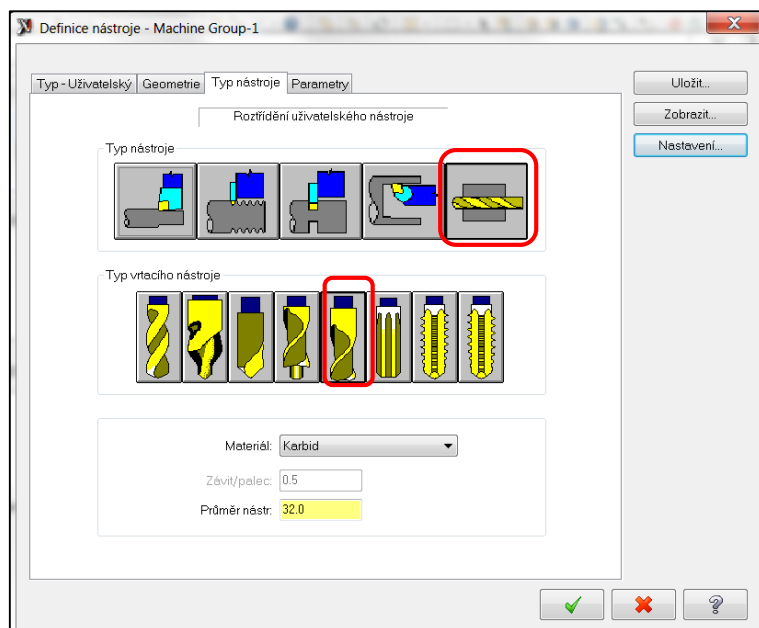
Po zvolení typu rezného nástroja sa vyobrazí paleta nástrojov pre geometriu nástroja. Po vybratí požadovanej geometrie je tiež potrebné uviesť umiestnenie rezného nástroja a zaoblenie špičky. Vizualizáciu týchto krokov je možno vidieť na *Obr.22*. Rozdielnym krokom je oproti sústružníckym nástrojom poloha upnutia nástroja.



Obr.27 Nástrojové okno pre nastavenie upnutia vrtacieho nástroja

V tomto prípade je potrebné umiestniť nástroj do vodorovnej polohy, ostatné uvedené nastavenia sú ponechané.

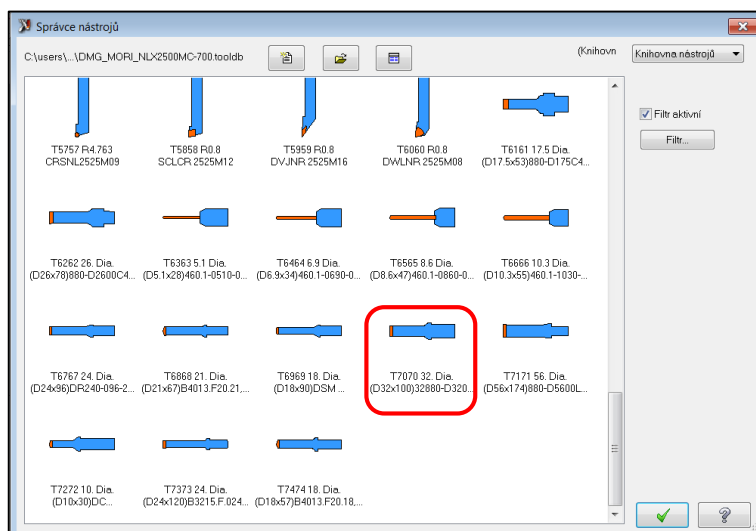
Po nastavení polohových vlastností nástroja je ďalším krokom nastavenie typu rezného nástroja. Keďže sa jedná o vrtací nástroj volí sa typ vrták. Po zvolení typu nástroja je potrebné zvoliť o typ samotného vrtáku v prípade vrtacieho nástroja *880-D3200L40-03* sa volí nástroj z ponúkanej palety nástrojov. Zvolený typ vrtáku je *valcový vrták*. Ďalšie požadované parametre ako je materiál reznej časti a priemer vrtáku je potrebné doplniť podľa informácií daných výrobcom.



Obr.28 Nástrojové okno pre voľbu typu vrtacieho nástroja

Posledným krokom je evidencia základných parametrov nástroja. Vyplnenie parametrov je podobné ako je to v prípade sústružníckych nástrojov. Pre lepšiu prehľadnosť je vhodné do názvu vrtacieho nástroja uviesť základné rezné rozmery ako je priemer vrtáku a dĺžka reznej časti.

Po uložení sa vytvorený nástroj zaeviduje do knižnice aj s vyobrazením obrysovej geometrie.



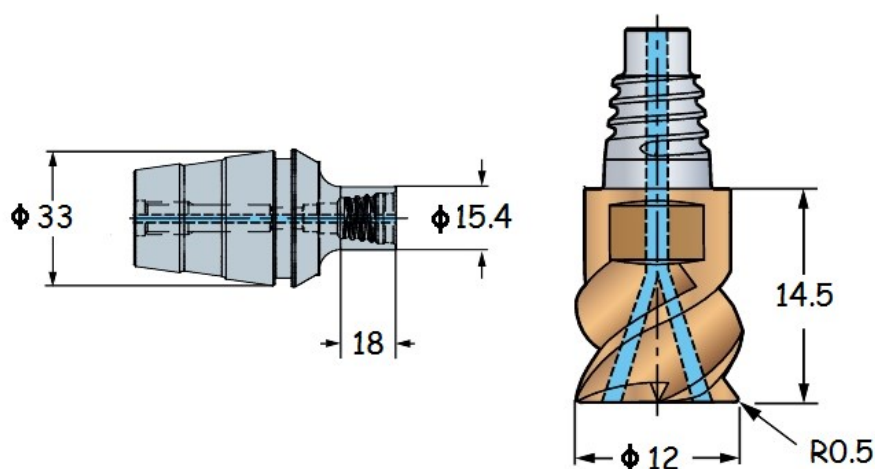
Obr.29 Vyobrazenie vrtacieho nástroja v knižnici nástrojov

Rozmerové rozhranie monolitných vrtákov tak ako je možné vidieť v nástrojových listoch, nie je obsiahnuté vo vytvorenej databáze, pretože tieto typy vrtákov sú už evidované. A preto po dohode nebolo potrebné tieto vrtacie nástroje aplikovať do databázy.

5.4 Vytvorenie frézovacieho nástroja

Stroj *DMG MORI NLX 2500MC/700* patrí medzi CNC stroje, ktorý vo svojej výrobnej funkčnosti podporuje aj výrobné operácie sprevádzané poháňanými nástrojmi. Jedná sa teda o frézovacie operácie, ktoré je možné v určitej miere vykonávať prostredníctvom tohto stroja. Z tohto dôvodu je obsiahlosť frézovacích nástrojov k tomuto stroju zahrnutá aj vo vytváranej databáze nástrojov.

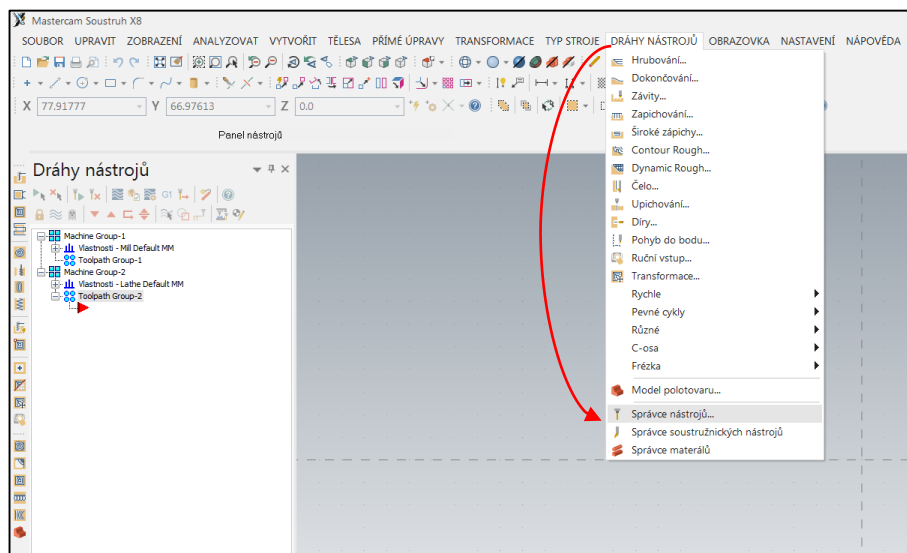
Pri vizualizovanom vytvorení frézovacieho nástroja je zvolená zostava pozostávajúca z držiaku a vymeniteľnej reznej časti. Rozmerové rozhranie je možno vidieť na obrázku nižšie.



Obr.30 Rozmerové rozhranie frézovacej hlavice a jej držiaku [9]

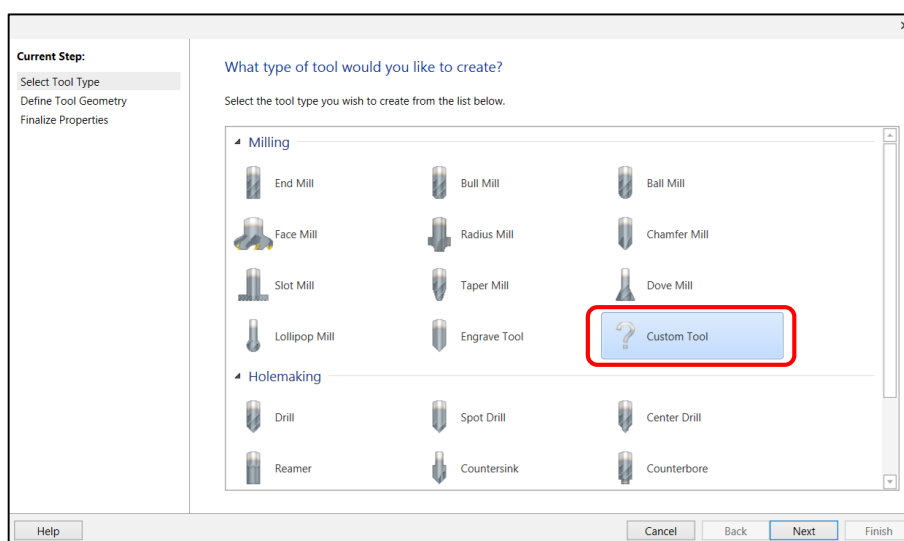
Na obrázku vyššie je vyobrazená frézovacia zostava pozostávajúca z frézovacej hlavice s označením *316-12SM450C12005P 1030* a z držiaku s označením *EH-ER32-16-018* oba tieto komponenty sú produktami spoločnosti Sandvik Coromant. Na obrázku sú zakótované parametre potrebné pre vytvorenie tohto nástroja v Mastercame.

Postup zaevidovania takéhoto typu nástroja sa mierne odlišuje svojím postupom oproti tomu ako to bolo v prípade sústružníckych nástrojov alebo v prípade nástrojov vŕtacích. Prvý krok pri vytvorení frézovacích nástrojov je ten, že z palety dráhy nástrojov sa zvolí položka pre správu frézovacích nástrojov.



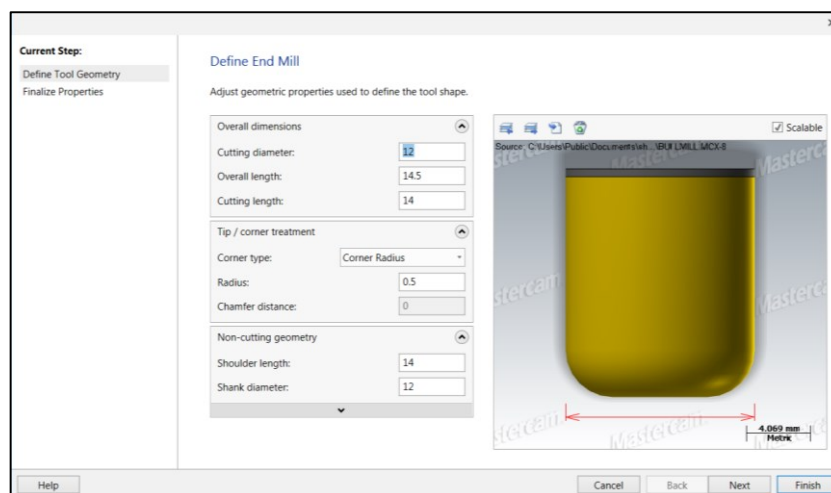
Obr.31 Postup otvorenia knižnice frézovacích nástrojov

Po otvorení okna správy frézovacích nástrojov je ďalším krokom otvorenie vytvorenej knižnice nástrojov tzn. knižnicu *DMG_MORI_NLX2500MC-700*. Po zvolení knižnice nástrojov sa vyobrazí jej pracovné prostredie. Po kliknutí na pravé tlačidlo myši sa vyobrazí ponuka, v ktorej je podobne ako pri sústružníckych nástrojoch možnosť vytvorenia nového nástroja. Po zvolení typu vytváraného nástroja sa zobrazí okno pre vytvorenie nového frézovacieho nástroja.



Obr.32 Pracovné okno pre voľbu typu frézovacieho nástroja

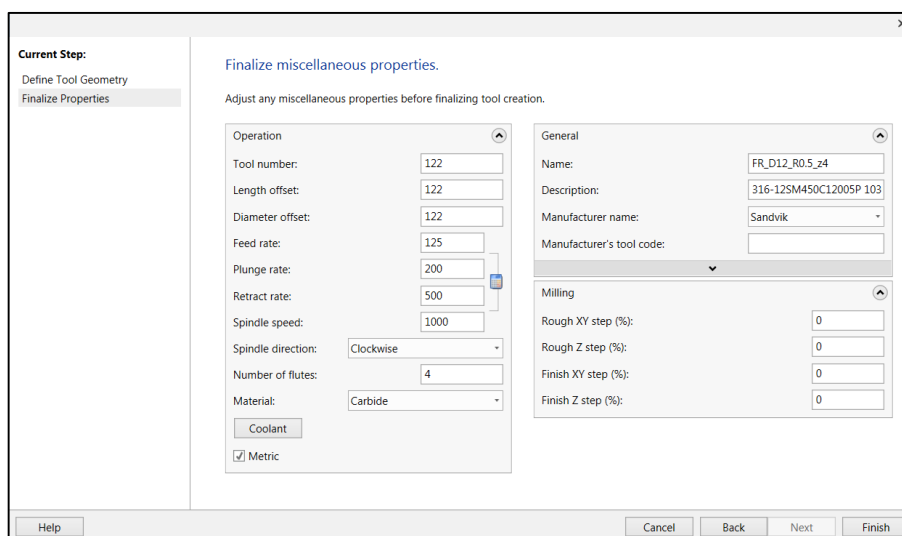
Ako je možné vidieť na *Obr.30* ide o nástroj, ktorý nie je monolitný a teda sa nejedná o klasický stopkový frézovací nástroj je potrebné na pracovnom okne voľby typu nástroja zvoliť typ nástroja užívateľský.



Obr.33 Okno pre vytvorenie frézovacieho nástroja

Keďže frézovací nástroj pozostáva z dvoch častí je potrebné vytvoriť zvlášť reznú časť a zvlášť držiak. Na *Obr.33* je vyobrazené nástrojové okno, v ktorom je potrebné zadať základné rozmerové parametre reznej časti nástroja. Je potrebné určiť priemer frézy, celkovú výšku frézovacej hlavy, výšku reznej časti a zaoblenie alebo zrazenie špičky frézy.

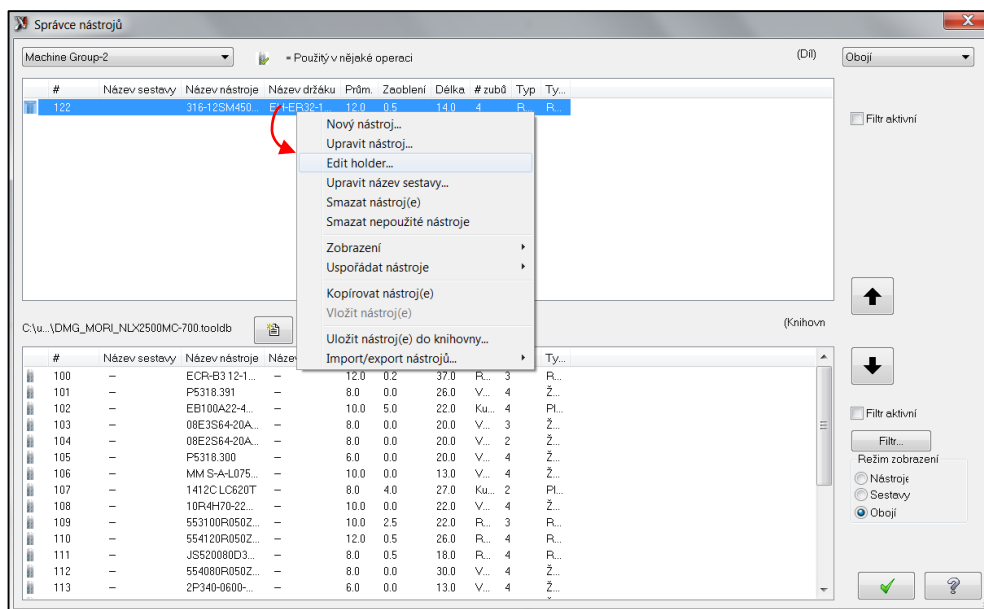
Po nadefinovaní rozmerových parametrov je pre dokončenie potrebné označiť všetky potrebné údaje pre rozlíšenie nástroja ako je číselné označenie, označenie výrobcom, výrobcu a popřípade rezné parametre. Podobne ako pri vŕtacích nástrojoch je vhodné pre prehľadnosť do názvu uviesť základné parametre ako je typ frézy, priemer, polomer atď..



Obr.34 Nástrojové okno obsahujúce všetky rozlišujúce parametre

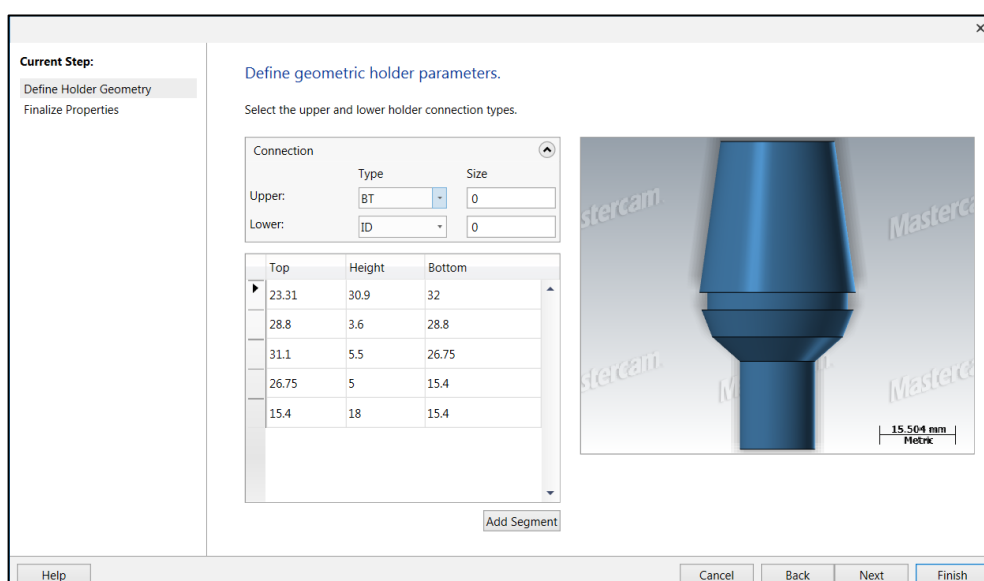
Po dokončení predchádzajúcich krokov bude nástroj za evidovaný do vytvorenej databázy. Po vyobrazení nástroja v knižnici nástrojov je ďalším krokom vytvorenie nástrojového držiaku.

Po kliknutí pravého tlačidla na vyobrazený nástroj sa otvorí paleta nástrojov, v ktorej je možnosť, ktorá v sebe zahŕňa definovanie nástrojového držiaku.



Obr.35 Nastavenie držiaku

Keďže z tvarového hľadiska sa nejedná o tvarovo komplikovaný držiak je možné prostredníctvom tejto možnosti držiak nadefinovať podľa rozmerových parametrov daných výrobcom.



Obr.36 Nástrojové okno pre definíciu držiaku

Záverečným krokom je vyplnenie parametrov ako je označenie držiaku a poprípade uvedenie výrobcu držiaku podobne ako je to možné vidieť na obrázku nižšie.

Current Step:

- Define Holder Geometry
- Finalize Properties

Finalize miscellaneous properties.

Adjust any miscellaneous properties before finalizing holder creation.

General

Name: EH-ER32-16-018

Description:

Manufacturer name: Sandvik

Catalog ID:

☒ Metric

☒ Thru coolant

Označenie držiaku

Výrobca držiaku

Help Cancel Back Next Finish

Obr.37 Okno obsahujúce špecifické parametre držiaku

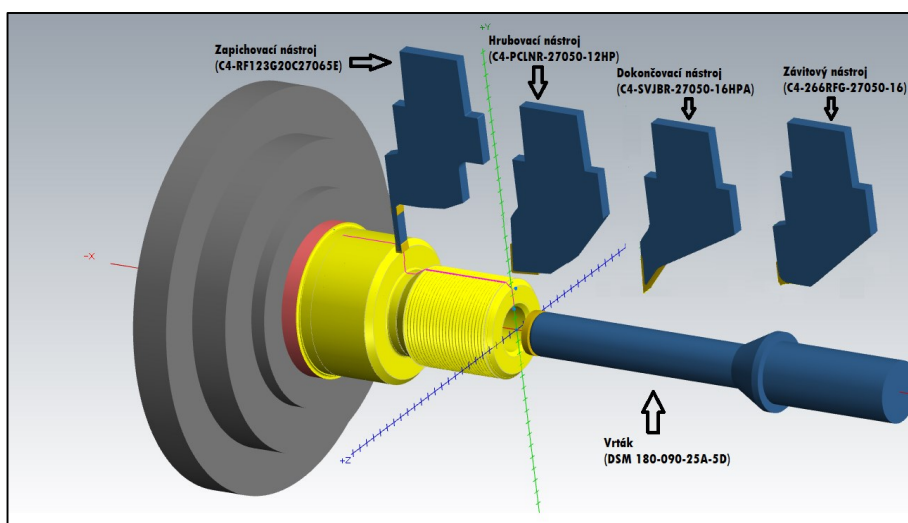
Týmto posledným krokom bola vytvorená databáza so všetkými dostupnými reznými nástrojmi, ktoré sú dostupné pre stroj *DMG MORI NLX2500MC/700*.

U monolitných frézovacích nástrojov je postup tvorby podobný avšak pri kroku voľby typu frézovacieho nástroja sa zvolí možnosť pre presné použitie ako napríklad guľová fréza, fréza na zrážanie hrán a pod..

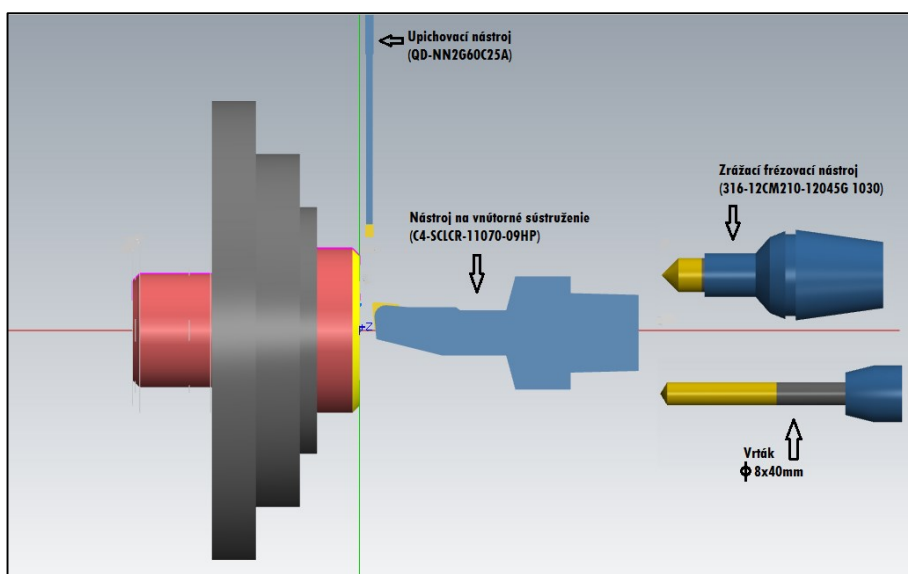
5.5 Grafická vizualizácia vytvorených nástrojov v Mastercam

Po vytvorení databázy nástrojov bolo potrebné evidované nástroje prakticky aplikovať v Mastercam v konkrétnom výrobnom programe. Bolo potrebné eliminovať možné nevhodné korekcie nástrojov ako napríklad šírka upichovacieho nástroja, polomer zaoblenia špičky a iné.

Priama grafická vizualizácia niektorých nástrojov je vyobrazená na obrázku nižšie. Hlavnou výhodou takéhoto vyobrazenia je najmä jeho praktickosť vďaka, ktorej je možné už počas vytvárania výrobného programu odstrániť možné kolízie medzi nástrojom a obrobkom.



Obr.38 Grafické vyobrazenie nástrojov v Mastercam (3D)



Obr.39 Grafické vyobrazenie ďalších typov nástrojov v Mastercam (2D)

5.6 Sumarizácia vytvorených nástrojov

Celkovú sumarizáciu nástrojov je možné vidieť v nasledujúcich tabuľkách, v ktorých sú vytvorené nástroje rozdelené podľa určenia použitia a to zvlášť pre sústruženie, vŕtanie a frézovanie.

Tab. 1 Sústružnícke nástroje s upínaním Capto

Sústružnícke nástroje s Capto upínaním			
Vonkajšie sústruženie	Vnútorne sústruženie	Zapichovacie/upichovacie nože	Sústruženie závitov
C4-PCLNR-27050-12HP	C4-SCLCR-11070-09HP	C4-RF123G20C27065E	C4-266RFG-27050-16
C4-PDJNR-27055-15HP	C4-SDUCR-13080-07HP	C4-RF123H20C27065E	C4-266RKF-14060-16
C4-SVJBR-27050-16HPA	C4-PCLNR-17090-12HP	570-32R123G18B	SL-266RKF-323222-16
TR-C4-V13VBN-00050	C4-PDUNR-17090-11HP	570-32R 151.3-08-30	
C4-CSNR-22050-12-4	TR-SL-D13XCR-32HP	QD-NN2G60C25A	
C4-CRSNR-27050-12ID			
C4-SCLCR-27050-12HPA			
SL-PDJNR-32-15HP			

Všetkých nástrojov s upínaním Capto je 20. Niektoré z nástrojov sú konštruované na princípe s možnosťou výmeny nadstavca. Tieto typy nástrojov je možné vidieť v prílohových materiáloch.

Tab. 2 Sústružnícke nástroje s klasickým upínaním

Sústružnícke nástroje s klasickým upínaním			
Vonkajšie sústruženie	Vnútorne sústruženie	Zapichovacie/Upichovacie nože	Sústruženie závitov
DWLN 2525M08	E16R-SCLCR-06	GLCCR 2525M2,65 11-11,5	SER 2525M16-1
DVJNR 2525M16	S40T-CRSNR 12-ID	RAG123G06-20B	PCHR 25-24
SCLCR 2525M12	S16M SDUCR07	XLFCN 3202 M3.00	
CRSNL 2525M09	S20S-SCLCR09	XLFCN 2602 J3.00	
PSSNL 2525M12	A08H-SCLCR 06-R	MG 12-08C16	
SRDCN 2525M10		PCHR 25-24	
PRDCN 2525M16			
PWLN 2525M08			
PCLNR 2525M12			
PSKNR 2525-12			
SCLCR 2525M-12			
SCLCR 2525K09JETB			
SDJCL 2525M-11			
CSSNL 2525M12-4			
PSDNN 2525M12			
DSBNR 2525M12			
PCLNR 2525-12			
CTAPR KT2525M16			
PTGNN 2525M16			
PDJNR 2525M15			
DVJNR 2525M16			

Tab. 3 Nástroje na vŕtanie

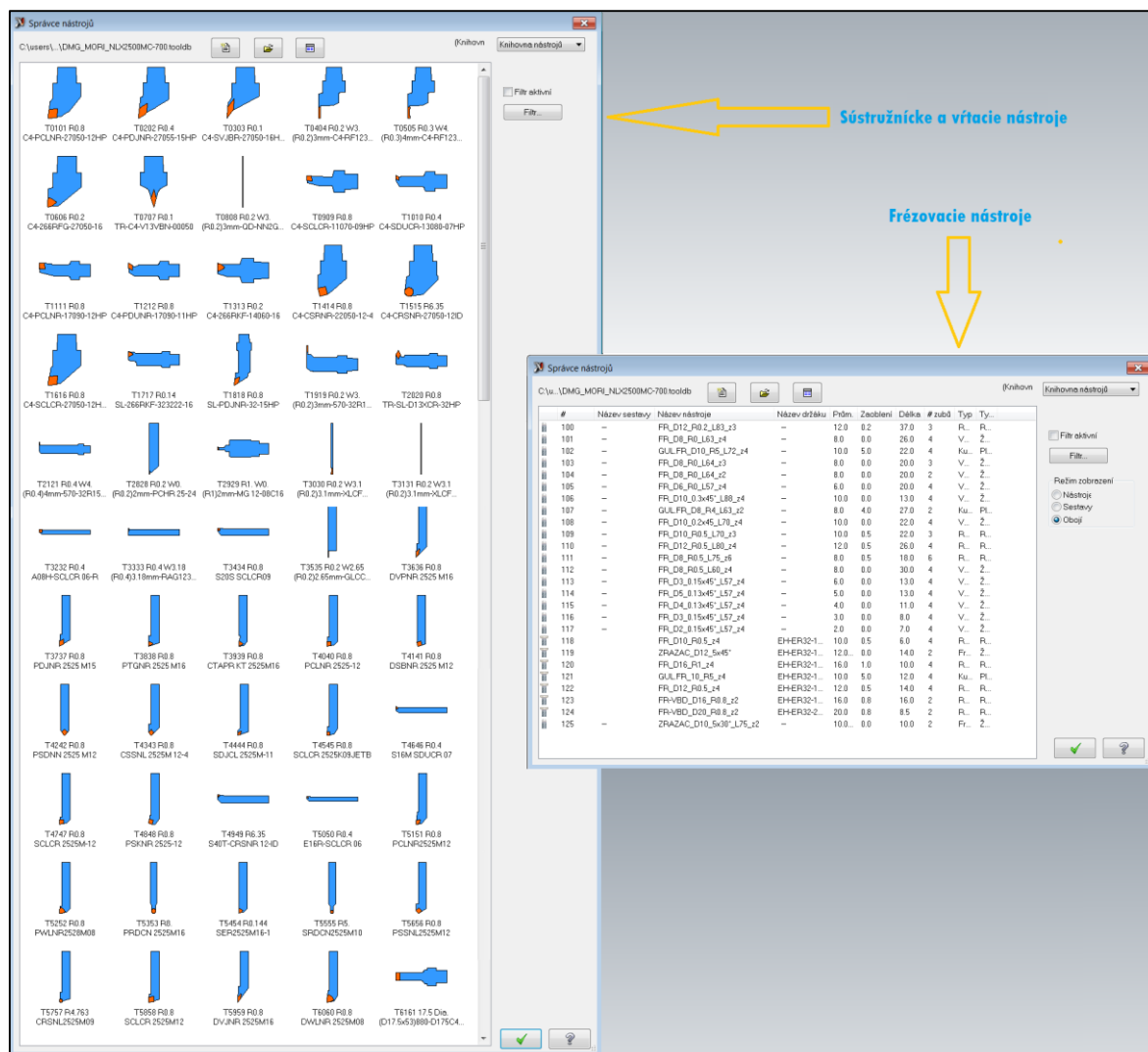
Nástroje na vŕtanie		
Vŕtacie nástroje s VBD (upínanie Capto)	Vŕtacie nástroje s VBD (upínanie weldon)	Monolitné skrutkové vrtáky
880-D1750C4-03	DR240-096-25-07-4D-N	460.1-0510-015A1-XMGC34
880-D2600C4-03	B4013.F20.21,0.Z02.63R	460.1-0690-021A1-XMGC34
	DSM 180-090-25A-5D	460.1-0860-026A1-XMGC34
	880-D3200L40-03	460.1-1030-031A1-XMGC34
	880-D5600L40-03	
	DCM 100-030-16A	
	B3215.F.024.Z01.120R	
	B4013.F20.18,0.Z02.54R	

Tab. 4 Frézovacie nástroje

Frézovacie nástroje			
Stopkové rohové frézy	Gul'ové frézy	Zrážacie frézy	Frézovacie hlavice s VBD
ECR-B3 12-12/37C12R02A83	EB100A22-4C10 IC900	316-12CM210-12045G 1030	R390-016EH16-11L
P5318.391	EM-HSCN-8x8/27 2BA	MM HCF100-060-2T06	490-020EH20-08L
08E3S64-20A08 SUMA	316-10BM440-10050G 1030		
08E2S64-20A08 KEVA			
P5318.300			
MM EFS100B07-4T06			
10R4H70-22A10-C2 SUMA			
553100R050Z3.0-SIRON-A			
554120R050Z4.3-SIRON-A			
JS520080D3S.0Z6-SIRA			
554080R050Z4.0-SIRON-A			
2P340-0600-PA 1630			
2P340-0500-PA 1630			
2P340-0400-PA 1630			
2P340-0300-PA 1630			
2P340-0200-PA 1630			
316-10SM450C10005P 1030			
316-16SM450C16010P 1030			
316-12SM450C12005P 1030			

Uvedené nástroje sú pre lepšiu orientáciu v databáze rozdelené do kategórií podľa určenia použitia. K uvedeným nástrojom pripadajú tiež špecifické držiaky, ktoré nie sú obsiahnuté v uvedených tabuľkách. Držiaky aj s ich označením sú uvedené v prílohových materiáloch.

Uvedený obrázok vizualizuje zobrazenie niektorých nástrojov vo vytvorenej databáze v pracovnom prostredí Mastercam.



Obr.40 Vyobrazenie vytvorenej knižnice nástrojov

Záver

Primárnym cieľom tejto bakalárskej práce bolo vytvoriť prehľadnú databázu rezných nástrojov. Vytvorená databáza obsahuje všetky doposiaľ dostupné nástroje evidované katedrou obrábění, montáže a strojírenské metrológie pre stroj DMG MORI NLX 2500MC/700. Pre ešte lepšiu prehľadnosť v databáze som vytvoril nástrojové listy, ktoré obsahujú označenia jednotlivých nástrojov udávaných výrobcom, ich špecifické číselné označenie v databáze a tiež simulačné zobrazenie použitia jednotlivých typov nástrojov.

Z praktického hľadiska by bolo veľmi efektívne tieto nástrojové listy umiestniť k stroju kde by boli jasne viditeľné a tak pre obsluhu stroja čo najviac nápomocné. Principiálna funkcia databázy je založená na číselnom označení jednotlivých nástrojov. Číslovanie nástrojov je rozdelené podľa typu nástroja kde špecifická sekcia je priradená zvlášť pre sústružnícke, frézovacie a vŕtacie nástroje.

Ďalším z môjho pohľadu perspektívnym využitím tejto práce je učebná sféra. Je to najmä z toho dôvodu, že v prípadoch využívania systému Mastercam je možné prostredníctvom uvedených postupov tvorby nových druhov nástrojov, ktoré nie sú súčasťou už existujúcich databáz vytvoriť vlastnú databázu nástrojov podľa vlastných požiadaviek.

Samozrejmou je, že príslušenstvo nástrojov sa neustále obnovuje a dopĺňa novými reznými nástrojmi, ktoré samozrejme nie sú obsiahnuté vo vytvorenej databáze. To je ďalší praktický význam tejto práce kde je prostredníctvom nej možné postupne nástroje dopĺňať a editovať.

Nakoľko súčasná situácia na trhu obrábacích technológií naberá neustále nové inovatívne spôsoby výroby, v ktorej CAD/CAM systémy hrajú v mnohých prípadoch nenahraditeľnú úlohu, mala táto práca z praktického hľadiska pre mňa veľký prínos. Mohol som sa vďaka nej zoznámiť s jedným z dostupných CAM systémov a tým pádom som sa oboznámil s jeho funkciami a taktiež z jeho používaním. Ďalšou pre mňa veľmi podstatnou vecou bolo oboznámenie sa konkrétne s novými typmi nástrojov a s ich vlastnosťami. Vytvorená elektronická databáza nástrojov poslúži s výrazným príspevom k zefektívňovaniu výroby prostredníctvom spomínaného stroja.

Použitá literatura

- [1] SADÍLEK, M. a Z. SADÍLKOVÁ. *Počítačová podpora procesu obrábění* [online]. První. Ostrava: Ediční středisko VŠB-TUO, 2012 [cit. 2016-04-27]. ISBN 978-80-248-2770-4. Dostupné z: http://projekty.fs.vsb.cz/459/ucebniopory/Pocitacova_podpora_procesu%20_obrabeni.pdf
- [2] *Delcam* [online]. [cit. 2016-03-31]. Dostupné z: <http://www.delcam.cz/sluzby/postprocesory/>
- [3] JANDEČKA, K., J. ČESÁNEK a P. KOŽMÍN. *Programování NC strojů*. 1. vydání. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2000. ISBN 80-7082-692-4.
- [4] SADÍLEK, M. *Počítačová podpora výroby* [online]. První. Ostrava: Editační středisko VŠB-TUO, 2011 [cit. 2016-04-27]. Dostupné z: <http://www.fs.vsb.cz/export/sites/fs/346/cs/studium/studijni-literatura/Pocitacova-podpora-vyroby.pdf>
- [5] KURIC, I., J. KOŠTURIK, A. JANÁČ, J. PETERKA a J. MARCINČIN. *Počítačom podporované systémy v strojárstve*. Žilina: Žilinská univerzita, 2002. ISBN 80-7100-948-2
- [6] *Pramet - Sústruženie* [online]. 2014 [cit. 2016-03-31]. Dostupné z: <http://www.bemet.cz/img/cms/PRAMET/soustruzeni-2014-cz.pdf>
- [7] *Sandvik Coromant* [online]. [cit. 2016-03-31]. Dostupné z: http://www.sandvik.coromant.com/cs-cz/products/coromant_captol/
- [8] *Sandvik Coromant-Soužnícke nástroje* [online]. 2015 [cit. 2016-03-31]. Dostupné z: http://sandvik.ecbook.se/se/cs/turning_tools_2015/
- [9] *Sandvik Coromant-Rotační nástroje* [online]. 2015 [cit. 2016-03-31]. Dostupné z: http://sandvik.ecbook.se/se/en/rotating_tools_2015/
- [10] PLÁNIČKA, F. *Inteligentní řešení správy nástrojů ve výrobě* [online]. In: . 2015 [cit. 2016-03-31]. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/inteligentni-reseni-spravy-nastroju-ve-vyrobe.html>
- [11] *Siemens* [online]. [cit. 2016-04-19]. Dostupné z: https://www.plm.automation.siemens.com/en_us/products/nx/for-manufacturing/cutting-tool-management/index.shtml
- [12] *Hyla soft* [online]. [cit. 2016-04-19]. Dostupné z: <http://www.hylasoft.com/products/siemens-sinumerik-integrate-cnc-machine-integration-dnc-solutions-2/>
- [13] SADÍLEK, M. a F. KOSAŘ. *Řešené praktické příklady v CAM systému Mastercam*. První. Ostrava: VŠB-TUO, 2011.

- [14] SADÍLEK, M. *CAM systémy v obrábění I. - II. doplněné vydání*. VŠB – TU Ostrava, 2010, 138 s., ISBN 978-80-248-2278-5.
- [15] *Gühring: Flexible professional sustainable* [online]. Německo, 2014 [cit. 2016-04-27].
Dostupné z:
http://www.guhring.co.uk/downloads/Guhring%20vending%20systems_en.pdf

Zoznam príloh

Príloha č.1 CD - obsahujúce vytvorenú databázu, pokyny pre tvorbu databázy,
textový súbor pre postup evidencie databázy

Príloha č.2 Nástrojové listy + evidované nástroje podľa typu

Pod'akovanie

Moja srdečná vďaka patrí môjmu vedúcemu bakalárskej práce pánovi doc. Ing. Marekovi Sadílkovi, PhD. za poskytnutie jeho užitočných odborných rád , pomoc pri tvorbe tejto práce a najmä za jeho seriózny prístup.